



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	Телекомунікації та радіотехніка
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Факультет	Телекомунікацій та радіотехніки
Кафедра	Радіоелектронних систем і технологій
Статус навчальної дисципліни	ОК-19 ОПП «Системи мобільного зв'язку»
Форма навчання	Денна

Викладачі

Рожновський Михайло Васильович
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 радіохвиль», «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">1) формування у здобувачів вищої освіти системного уявлення про принципи побудови систем і мереж мобільного
-------------------------------	---

	<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>
Мета дисципліни	– формування системних знань та розвиток умінь щодо принципів побудови систем і мереж мобільного зв'язку, принципів їх роботи та методик проектування.
Компетентності, формуванню яких сприяє дисципліна	<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 телекомунікацій та радіотехніки.</p> <p>СК-11. Здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань.</p> <p>СК-15. Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування.</p>
Результати навчання	ПРН-5. Вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та

	<p>телекомунікаційних мереж, 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 (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо.</p> <p>ПРН-7. Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.</p> <p>ПРН-8. Вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.</p> <p>ПРН-9. Вміння адміністрування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж.</p> <p>ПРН-11. Вміння діагностувати стан обладнання (модулів, блоків, вузлів) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.</p> <p>ПРН-13. Здатність до вибору методів та інструментальних засобів вимірювання параметрів та робочих характеристик телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення та їх елементів.</p>
Обсяг дисципліни	Загальний обсяг дисципліни: 6 кредитів ЄКТС (180 годин). Для денної форми навчання: лекції – 32 години, практичні заняття – 16 годин, лабораторні заняття – 16 годин, самостійна робота – 116 годин.
Форма підсумкового контролю	Екзамен
Терміни викладання дисципліни	Дисципліна викладається у 4-му семестрі

Програма дисципліни

Тема 1. *Функціональні пристрої радіоканалу систем мобільного зв'язку. Основні визначення. Історія розвитку систем стільникового зв'язку.*

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 від 1G до 5G. Стандарт NMT. Структура мережі стандарту

	NMT, функції основних блоків.
Тема 2.	<p><i>Принципи побудови систем і мереж мобільного зв'язку.</i></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 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>
Тема 3.	<p><i>Принципи роботи й особливості побудови мереж стільникового зв'язку з частотно-часовим розділенням каналів.</i></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 багатоприменовістю, 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>
Тема 4.	<p><i>Принципи роботи й особливості побудови мереж стільникового зв'язку з частотно-кодовим розподіленням каналів.</i></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-послідовностей; генерація m-послідовностей 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>
Тема 5.	<p><i>Антенні пристрої базових та абонентських станцій систем мобільного зв'язку, особливості випромінювання поля. Основні задачі, проблеми та перспективи розвитку систем мобільного зв'язку від 1G до 6G.</i></p>

Вимоги, що висуваються до сучасних антен мобільного зв'язку. Основні параметри та характеристики антен. Структурна схема антенно-фідерного тракту базової станції (БС) мобільного зв'язку. Типи антен, що застосовуються на БС систем мобільного зв'язку. Поняття антенної решітки. Антени мобільних терміналів (МТ) в системах мобільного зв'язку. Мініатюризація антен МТ. Проблеми мініатюризації антен МТ. Основні типи антен мобільних терміналів. Спосіб покращення радіопокриття мережі мобільного зв'язку за допомогою антенної техніки. Антенна техніка систем мобільного зв'язку і санітарно-захисні норми.

Основні тенденції подальшого розвитку систем мобільного зв'язку від 1G до 6G. Технології розділення каналів TDMA, FDMA та CDMA, як основа багатостанційного доступу в системах мобільного зв'язку 3G – 6G.

Список рекомендованих джерел

ОСНОВНА

1. Бойко М.П. Системи стільникового зв'язку: конспект лекцій. Одеса: ОНАЗ, 2004. 76 с.
2. Nathan Blaunstein, Christos G. Christodoulou Radio propagation and adaptive antennas for wireless communication links. USA: Includes index, 2007. 614 p. ISBN-13: 978-0-471-25121-7, ISBN-10: 0-471-25121-6, TK7871.67.A33.B55
3. Корнєєв Ю.В., Сукачов Е.О., Чумак М.О. Принципи побудови систем і мереж рухомого зв'язку: навч. посіб. Одеса: УДАЗ ім. О.С. Попова, 1997. 68 с.
4. Base Station Antennas, Filters, Combiners and Amplifiers for Mobile Communications 790...6000 MHz / KATHREIN Antennen Electronic / Catalogue Issue 01.2009. URL: www.kathrein.de.
5. Jhong S. Lee, Leonard E. Miller. CDMA systems engineering handbook. Artech House mobile communication library, 1998. 1231 p.

ДОДАТКОВА

1. Рожновський М. В. , Фокін Р. А. Моделювання та аналіз явища завмирання сигналу на вході радіоприймача. Одеса: *Цифрові технології*. 2017. Вип. 22. С. 52-55.
2. Рожновський М.В., Дубина І.А. Алгоритм проектування мережі радіодоступу системи стільникового зв'язку четвертого покоління. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. Хмельницький, 2015. № 2. С. 194 – 197.
1. Боса І.Г., Рожновський М.В. Вплив багатопроменевості на потужність сигналу на вході приймача мобільної станції. *Інфокомунікації – сучасність та майбутнє*: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції. Ч. 1, м. Одеса, 17 – 18 жовтня 2013 р. Одеса, 2013. С. 110 – 112.
2. Боса І.Г., Рожновський М.В. Дослідження впливу багатопроменевості на потужність сигналу на вході приймача мобільної станції. *Інфокомунікації – сучасність та майбутнє*: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції. Ч. 1, м. Одеса, 30 – 31 жовтня 2014 р. Одеса, 2014. С. 22 – 24.
3. Дубина І.А., Рожновський М.В. Проектування мережі радіо доступу системи стільникового зв'язку четвертого покоління. *Інфокомунікації – сучасність та майбутнє*: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції. Ч. 1, м. Одеса, 30 – 31 жовтня 2014 р. Одеса, 2014. С. 35 – 36.
4. Ryabykh A., Rozhnovskiy M.V. Visualization of electromagnetic field in FEKO. *Інфокомунікації – сучасність та майбутнє*: матеріали V

міжнародної науково-практичної конференції – Ч. 1, м. Одеса, 29 – 30 жовтня 2015 р. Одеса, 2015. С. 53 – 55.

5. Бондаренко М. В., Ксьондз С.А., Рожновський М.В. Аналіз проблем впровадження мереж стільникового зв'язку 4G в Україні. *Інфокомунікації – Сучасність та майбутнє*: матеріали восьмої міжнар. наук.-пр. конф., м. Одеса 14-16 лист. 2018. Одеса, 2018. С. 15 – 17.

Інформація про консультації

Щовівторка у вересні-грудні 2023 року з 12⁴⁵ до 14⁰⁵ 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:
		для іспиту	для заліку		
90-100	A	Відмінно	зараховано		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 40 балів.
82-89	B	Добре			
74-81	C				
64-73	D				
60-63	E	Задовільно			
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.

Інші умови: Навчально-методичні матеріали дисципліни розміщені на платформі Moodle.