

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет «Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації»

Кафедра «Медіаінженерія та інформаційні радіоелектронні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету ІРТЗІ



Денис ГОРШОВ

(підпис, прізвище, ініціали)

01 вересня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Системи мобільного зв'язку

(шифр і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти бакалаврський

(бакалаврський, магістерський, освітньо-науковий)

спеціальність 172 – Електронні комунікації та радіотехніка

(код і повна назва спеціальності)

ОПП Медіаінженерія

(повна назва освітньої програми)

Харків – 2025 р.

Розробник:



С. С. Сало, асистент каф. МІРЕС

Робоча програма навчальної дисципліни схвалено на засіданні кафедри Медіаінженерія та інформаційні радіоелектронні системи.

Протокол від 30.08.2025 р. № 1

Завідувач кафедри МІРЕС



(підпис)

В.М. Карташов.

(ініціали, прізвище)

30.08.2025 р.

Гарант освітньої програми МІ:



(підпис)

Шаповалов С. В.

(ініціали, прізвище)

Схвалено методичною комісією факультету Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації.

Протокол від 01.09.2025 р. № 1

Голова методичної комісії



(підпис)

О.О. Іванова

(ініціали, прізвище)

МІ-22-1+МІу-23-1

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС 4	Обов'язкові	
Змістових модулів 1	Рік підготовки:	
	4-й	-
Загальна кількість годин 120	Семестр	
	1-й	-
	Кількість годин	
	58	-
	Аудиторні: 1) лекції, год	
Мова навчання Українська	24	-
	2) практичні, год	
	8	-
	3) лабораторні, год	
	16	-
	4) консультації, год	
	8	-
	Самостійна робота, год	
	64	-
	в тому числі: РГЗ та КР, год.	
	-	-
	Вид контролю: екзамен	

2 МЕТА ДИСЦИПЛІНИ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ З ЇЇ НАВЧАННЯ

2.1 Мета навчання дисципліни:

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів фундаментальних знань про архітектуру та принципи роботи різноманітних систем мобільного радіозв'язку, зокрема стандарту GSM, та розвиток практичних умінь з територіально-частотного планування й розрахунку ключових параметрів стільникових мереж, що є необхідною умовою для успішного проєктування та аналізу сучасних бездротових телекомунікаційних систем.

2.2 Результати навчання:

за результатами вивчення дисципліни студенти повинні:

знати: принципи побудови та класифікацію сучасних систем рухомого радіозв'язку (транкінгових, супутникових, стільникових); основні закономірності та умови поширення радіохвиль у мобільних системах; теоретичні засади та особливості організації стільникових мереж рухомого радіозв'язку; архітектуру, структуру сигналів (TDMA-кадрів), організацію логічних та фізичних каналів, а також методи обробки мови у стандарті GSM.

вміти: виконувати розрахунок основних характеристик проєктованих стільникових мереж стандартів GSM та NMT, а також порівнювати їх показники; здійснювати територіально-частотне планування для забезпечення необхідної зони покриття та якості зв'язку; аналізувати вплив рельєфу місцевості та інших факторів на поширення радіохвиль між базовою станцією та мобільним абонентом; визначати залежність характеристик мережі від її ключових параметрів.

володіти: навичками практичного застосування теоретичних знань для вирішення інженерних завдань у галузі рухомого радіозв'язку; методами розрахунку зон обслуговування та планування стільникових мереж для оптимізації їх параметрів; здатністю аналізувати та оцінювати ефективність функціонування різних систем радіодоступу; базовими уміньми проєктування фрагментів мереж мобільного зв'язку з урахуванням технічних вимог та умов розповсюдження радіосигналів.

Перелік компетентностей:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі електроніки, телекомунікацій, мультимедіа або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі електроніки.

Загальні компетентності:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
6. Здатність працювати в команді.
7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
8. Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.
9. Навики здійснення безпечної діяльності.

Спеціальні (фахові предметні) компетентності

1. Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства.
2. Здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.
3. Здатність використовувати базові методи обробки та зберігання інформації.
4. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.
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.

6. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

8. Здатність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

9. Здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів.

10. Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.

11. Здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань.

13. Здатність організовувати і здійснювати заходи з охорони праці та техніки безпеки в процесі експлуатації, технічного обслуговування обладнання інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

14. 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 програмних засобів автоматизації проектування.

Результати навчання здобувача вищої освіти

P1. Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

P2. Застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних і радіотехнічних системах.

P3. Визначити та застосовувати у професійній діяльності методики випробувань інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів.

P4. Пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов'язувати їх з відповідною теорією.

P5. Навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації даних.

P6. Адаптуватись в умовах зміни технологій інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

P7. Грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки.

P8. Описувати принципи та процедури, що використовуються в телекомунікаційних системах, інформаційно-телекомунікаційних мережах та радіотехніці.

P9. Аналізувати та виконувати оцінку ефективності методів проектування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

P10. Спілкуватись з професійних питань, включаючи усну та письмову комунікацію державною мовою та однією з поширених європейських мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською).

P11. Застосовувати міжособистісні навички для взаємодії з іншими людьми та залучення їх до командної роботи.

P13. Застосування фундаментальних і прикладних наук для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

P14. Застосування розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування телекомунікаційних, радіотехнічних систем і пристроїв.

P15. Застосування розуміння засобів автоматизації проектування і технічної експлуатації систем телекомунікацій та радіотехніки у професійній діяльності.

P16. Застосування розуміння основ метрології та стандартизації у галузі телекомунікацій та радіотехніки у професійній діяльності.

P17. Розуміння та дотримання вітчизняних і міжнародних нормативних документів з питань розроблення, впровадження та технічної експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем.

P18. Знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук.

P19. Здійснювати стандартні випробування інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів.

P20. Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно-програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

P21. Забезпечувати надійну та якісну роботу інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

P22. Контролювати технічний стан інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем у процесі їх технічної експлуатації з метою виявлення погіршення якості функціонування чи відмов, та його систематична фіксація шляхом документування.

2.3 Передумови для вивчення дисципліни:

Математика, Фізика, Хімія.

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. СіБі радіозв'язок. Системи персонального радіовиклику

Тема 2. Транкінговий зв'язок

Тема 3. Загальні відомості щодо системи стандарту TETRA

Тема 4. Умови поширення радіохвиль у мобільних системах радіозв'язку

Тема 5. Супутниковий радіозв'язок

Тема 6. Особливості організації стільникових мереж рухомого радіозв'язку

Тема 7. Цифрова стільникова система рухомого радіозв'язку стандарту GSM

Тема 8. Розрахунок основних характеристик проєктованих мереж стандарту GSM

Тема 9. Принципи організації стільникової мережі рухомого радіозв'язку

Тема 10. Структура TDMA-кадрів та формування сигналів у стандарті GSM

Тема 11. Організація фізичних та логічних каналів у стандарті GSM

Тема 12. Обробка мови в стандарті GSM

4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма						Заочна форма			
	Усь- ого	у тому числі					у тому числі			
		л	п	лр	конс	с.р.	л	п	лр	конс
Модуль 1										
Тема 1. СіБі радіозв'язок. Системи персонального радіовиклику	6	2	2			2				
Тема 2. Транкінговий зв'язок	4	2				2				
Тема 3. Загальні відомості щодо системи стандарту TETRA	4	2				2				
Тема 4. Умови поширення радіохвиль у мобільних системах радіозв'язку	12	2		4		6				
Тема 5. Супутниковий радіозв'язок	8	2				6				
Тема 6. Особливості організації стільникових мереж рухомого радіозв'язку	12	2		4		6				
Тема 7. Цифрова стільникова система рухомого радіозв'язку стандарту GSM	10	2	2			6				
Тема 8. Розрахунок основних характеристик проєктованих мереж стандарту GSM	14	2		4		8				
Тема 9. Принципи організації стільникової мережі рухомого радіозв'язку	14	2	2	4		6				
Тема 10. Структура TDMA-кадрів та формування сигналів у стандарті GSM	12	2	2			8				
Тема 11. Організація фізичних та логічних каналів у стандарті GSM	8	2				6				
Тема 12. Обробка мови в стандарті GSM	8	2				6				
Усього годин за семестр	120	24	8	16	8	64				

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1.	СіБі радіозв'язок	2	
2.	Стільникова мережа GSM	2	
3.	Розрахунок основних характеристик проєктованих мереж стандарту NMT та GSM. Їх порівняння	2	
4.	Обчислення характеристик GSM	2	
	Загальна кількість	8	

6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1.	Вплив нерівностей на місцевості на характер розповсюдження радіохвиль. «Мобільний абонент - базова станція».	4	
2.	Вплив нерівностей на місцевості на характер розповсюдження радіохвиль. «Мобільний абонент - мобільна станція».	4	
3.	Територіально-частотне планування в стільникових системах радіозв'язку. Залежність кількості базових станцій від параметрів мережі	4	
4.	Територіально-частотне планування в стільникових системах радіозв'язку. Залежність характеристик мережі від параметрів мережі	4	
	Загальна кількість	16	

7 САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1.	Вивчення теоретичного матеріалу з використанням конспектів і навчальної літератури	8	
2.	Підготовка до практичних занять	8	
3.	Підготовка до лабораторних занять	8	
4.	Порівняльний аналіз технологій множинного доступу: TDMA, FDMA та CDMA	8	
5.	Методи боротьби з інтерференцією в стільникових мережах	8	
6.	Архітектура та функції опорної мережі (Core Network) стандарту GSM	8	
7.	Емпіричні моделі розповсюдження радіохвиль у міській та сільській місцевості	8	
8.	Процедура хендвера (Handover) в мережах GSM.	8	
	Загальна кількість	64	

8 МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

Методи навчання: словесний, практичний з використанням відеометоду у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання.

Засоби оцінювання: залік, завдання на лабораторному обладнанні.

9 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

9.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Вид заняття / контрольний захід	Оцінка
Практичні роботи	4×(2-5)
Лабораторні роботи	4×(5-10)
Підсумкове контрольне тестування	32-40
Всього за семестр	60-100

9.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг **знань** для одержання позитивної оцінки:

Принципи класифікації та функціонування систем рухомого радіозв'язку (СіБі, транкінгові, супутникові). Теоретичні засади організації стільникових мереж, поняття соти, кластера та принципи повторного використання частот. Основні закономірності поширення радіохвиль у мобільних системах. Архітектура та основні компоненти мережі стандарту GSM. Призначення фізичних та логічних каналів у GSM, структура TDMA-кадру. Загальні принципи обробки мовного сигналу в цифрових стільникових системах.

Необхідний обсяг **умінь** для одержання позитивної оцінки: Розраховувати основні характеристики проєктованих стільникових мереж (кількість базових станцій, радіус сот) для стандартів NMT та GSM. Виконувати базове територіально-частотне планування. Аналізувати

вплив нерівностей місцевості на характер розповсюдження радіохвиль на трасах «мобільний абонент – базова станція» та «мобільний абонент – мобільна станція». Порівнювати ключові параметри різних стандартів мобільного зв'язку. Інтерпретувати структуру сигналів та організацію каналів у стандарті GSM.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно, D, E (60-74 бали). Студент засвоїв мінімальний обсяг знань та умінь.

Відпрацював та захистив усі лабораторні роботи, демонструючи базове розуміння їх суті. Може назвати основні компоненти стільникової мережі та пояснити їх призначення. Вміє виконувати розрахункові завдання за аналогією та згідно з наданою методикою.

Добре, C (75-89 балів). Студент твердо засвоїв теоретичний матеріал курсу. Вміє не лише виконувати розрахунки, але й пояснювати логіку своїх дій (наприклад, обґрунтувати, як зміна параметрів мережі вплине на кількість базових станцій). Може самостійно аналізувати результати лабораторних робіт та робити обґрунтовані висновки. Демонструє розуміння взаємозв'язку між архітектурою мережі GSM та її функціональністю.

Відмінно, A, B (90-100 балів). Студент засвоїв увесь теоретичний матеріал, володіє ним вільно та може застосовувати знання для розв'язання практичних завдань. Вміє самостійно виконувати територіально-частотне планування для заданої місцевості з урахуванням її особливостей. Здатний глибоко аналізувати переваги та недоліки різних стандартів радіозв'язку та обґрунтовувати вибір того чи іншого рішення для конкретних умов.

Критерії оцінювання знань та умінь студента на заліку.

Задовільно, D, E (60-74). Показати необхідний мінімум теоретичних знань. Відповісти на два теоретичних питання.

Добре, C (75-89). Твердо знати головні теми теоретичного матеріалу та вміти розв'язувати практичні завдання. Відповісти на три теоретичних запитання.

Відмінно, A, B (90-100). Показати повні знання теоретичного матеріалу. Відповісти на три теоретичних запитання. Безпомилково розв'язати задачі, пояснити та обґрунтувати обраний метод розв'язання.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка з дисципліни	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		екзамен	
96-100	A	5 (відмінно)	
90-95	B	5 (відмінно)	
75-89	C	4 (добре)	
66-74	D	3 (задовільно)	
60-65	E	3 (задовільно)	
35-59	FX	2 (незадовільно)	
1-34	F		

10 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

10. Базова література

1. Комплекс навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни «Системи мобільного зв'язку» напрямку підготовки за спеціальності G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка» ОПП «Медіаінженерія» - 120 год / (Харків: ХНУРЕ, 2025.), 210 с.

11 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Система комп'ютерної алгебри Mathcad, програмне забезпечення для моделювання поширення радіохвиль