

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій
і технічного захисту інформації

Кафедра Медіаінженерії та інформаційних
радіоелектронних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету ІРТЗІ



Сергій САКАЛО

(підпис, ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 20 ____ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології радіодоступу

(шифр і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський)

(бакалаврський, магістерський, освітньо-науковий)

спеціальність _____ 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма _____ «Медіаінженерія»

(назва спеціалізації)

Робоча програма з дисципліни «Технології радіодоступу» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка», освітньої програми «Медіаінженерія».

Розробник:



Денис ГОРЕЛОВ, доц. каф. МІРЕС, к.т.н.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри МІРЕС
Протокол від 01.09.2023 р. № 1

Завідувач кафедри МІРЕС


(підпис)

Володимир КАРТШАОВ
(прізвище та ініціали)

01.09.2023 р.

Керівник проєктної групи
за спеціальністю 172


(підпис)

Іван АНТІПОВ
(прізвище та ініціали)

«_____» _____ 2024 р.

Схвалено методичною комісією факультету ІРТЗІ
Протокол від «_____» _____ 2024 р. № _____

Голова методичної комісії


(підпис)

Олена ІВАНОВА
(прізвище та ініціали)

«_____» _____ 2024 р.

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС 4	Вибіркова	
Змістових модулів 7	Рік підготовки	
	4-й	—
Загальна кількість годин 120	Семестр	
	8-й	—
	Кількість годин	
	120	—
Індивідуальних завдань*: РГЗ – не заплановано курс. робота – не заплановано	Аудиторні навчальні заняття:	
	1) лекції, год	
	24	—
	2) практичні, год	
	8	—
	3) лабораторні, год	
Мова навчання: українська	16	—
	4) консультації, год	
	8	—
	Самостійна робота**, год	
	64	—
	Вид контролю:	
	Іспит	—

Примітка.

* Відомості з навчального плану.

** Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи для студентів очної форми становить: 56/64.

2 МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою дисципліни «Технології радіодоступу» є формування у студентів професійних компетенцій, що дозволяють на основі аналізу сучасних та перспективних стандартів та технологій радіодоступу проводити аналіз, моделювання, планування, проектування та експлуатацію систем та мереж радіодоступу.

Завдання дисципліни:

- 1) знайомство із загальними принципами інфокомунікаційних стандартів та технологій радіодоступу, класифікацією систем радіодоступу;
- 2) вивчення класифікації безпроводних технологій зв'язку, технологій IoT;
- 3) знайомство з методами побудови, послугами, сервісами та службами систем радіодоступу;
- 4) вивчення принципів функціонування та технічних характеристик пристроїв, систем та мереж радіодоступу;
- 5) знайомство з еволюцією систем 4G-5G;
- 6) вивчення еволюції технології WiFi.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен.

Знати: актуальні проблеми та перспективи розвитку систем радіодоступу; принципи побудови, класифікацію та характеристики стандартів стільникового зв'язку поколінь 3G-5G.

Вміти: розробляти рекомендації щодо вирішення задач удосконалення мереж радіодоступу; користуватися документацією в галузі систем стільникового зв'язку; формулювати основні технічні вимоги до мереж та систем безпроводного зв'язку.

Володіти: навичками використання нормативної документації при розробці мереж радіодоступу; готовністю оцінювати технічні можливості модернізації мереж радіодоступу; здатністю формулювати завдання розвитку мереж радіо доступу.

Загальні компетентності	Спеціальні (фахові) компетентності	Програмні результати навчання
відповідно до Стандарту вищої освіти України для першого (бакалаврського) рівня, галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації», спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка», затвердженого і введеного в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 12.12.2018 р. № 1382		
1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1). 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2). 3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК-4). 4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-5). 5. Здатність працювати в команді (ЗК-6). 6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-7). 7. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК-8).	1. Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства (ПК-1). 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 (ПК-2). 3. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації (ПК-3). 4. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм (ПК-4). 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 (ПК-5). 6. Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів (ПК-8). 7. Готовність до вивчення науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з тематики інвестиційного (або іншого) проекту засобів телекомунікацій та радіотехніки (ПК-14).	1. Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов (ПРН-1). 2. Застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах (ПРН-2). 3. Навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації і даних (ПРН-5). 4. Адаптуватись в умовах зміни технологій інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (ПРН-6). 5. Грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки (ПРН-7). 6. Описувати принципи та процедури, що використовуються в телекомунікаційних системах, інформаційно-телекомунікаційних мережах та радіотехніці (ПРН-8). 7. Застосування фундаментальних і прикладних наук для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах (ПРН-13). 8. Знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук (ПРН-18).

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1. Стан та перспективи розвитку систем та мереж бездротового доступу.

Тема 1. Класифікація мереж бездротового доступу.

Тема 2. Стан і перспективи розвитку бездротових телекомунікаційних технологій.

Змістовний модуль 2. Сучасні технології побудови комп'ютерних мереж.

Тема 1. Принципи побудови сучасних комп'ютерних мереж.

Тема 2. Сучасні та перспективні мережні технології.

Тема 3. Канали зв'язку в сучасних комп'ютерних мережах.

Змістовний модуль 3. Бездротові локальні мережі.

Тема 1. Бездротові локальні мережі стандартів IEEE 802.11.

Тема 2. Технічні аспекти побудови і функціонування мереж персонального зв'язку технології Bluetooth.

Тема 3. Персональні мережі стандартів IEEE 802.15.3 та IEEE 802.15.4.

Змістовний модуль 4. Мережі широкосмугового бездротового доступу сімейства стандартів IEEE 802.16 (WiMAX).

Тема 1. Структура та особливості стандарту IEEE 802.16.

Тема 2. Мережі WiMAX мобільного доступу IEEE 802.16e.

Змістовний модуль 5. Технології та протоколи передачі даних в мережах Інтернету речей.

Тема 1. Технології та протоколи передачі даних на довгі та короткі відстані відстані в IoT мережах.

Тема 2. Сенсорні мережі.

Змістовний модуль 6. Перспективні технології множинного радіодоступу.

Тема 1. Технології TDMA, FDMA, OFDMA, FBMC та SEFDM.

Тема 2. Технології PD-NOMA, Co-NOMA, NOMA, PD/OFDMA та NOMA-CAP.

Тема 3. Технології FH-CDMA, TH-CDMA, DS-CDMA, SCMA, MUSA та REMA.

Тема 4. Технології MC-CDMA, SS-MC-MA, Delta-OMA та SoDeMA.

4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		лк	пз	лб	конс	с.р.		лк	пз	лб	конс	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовний модуль 1. Стан та перспективи розвитку систем та мереж бездротового доступу												
Тема 1. Класифікація мереж бездротового доступу		2				3						
Тема 2. Стан і перспективи розвитку бездротових телекомунікаційних технологій		2				3						
Разом за зміст. мод. 1		4				6						
Змістовний модуль 2. Сучасні технології побудови комп'ютерних мереж												
Тема 1. Принципи побудови сучасних комп'ютерних мереж		2				3						
Тема 2. Сучасні та перспективні мережні технології		2				3						
Тема 3. Канали зв'язку в сучасних комп'ютерних мережах		2				3						
Разом за зміст. мод. 2		6				9						
Змістовний модуль 3. Бездротові локальні мережі												
Тема 1. Бездротові локальні мережі стандартів IEEE 802.11		2		4		7						
Тема 2. Технічні аспекти побудови і функціонування мереж персонального зв'язку технології Bluetooth		2				3						
Тема 3. Персональні мережі стандартів IEEE 802.15.3 та IEEE 802.15.4		2		4		7						
Разом за зміст. мод. 3		6		8		17						
Змістовний модуль 4. Мережі широкосмугового бездротового доступу сімейства стандартів IEEE 802.16 (WiMAX)												
Тема 1. Структура та особливості стандарту IEEE 802.16		2		4		7						
Тема 2. Мережі WiMAX мобільного доступу IEEE 802.16e		2		4		7						
Разом за зміст. мод. 4		4		8		14						
Змістовний модуль 5. Технології та протоколи передачі даних в мережах Інтернету речей												
Тема 1. Технології та протоколи передачі даних на довгі та короткі відстані в IoT мережах		2				3						
Тема 2. Сенсорні мережі		2				3						
Разом за зміст. мод. 5		4				6						
Змістовний модуль 6. Перспективні технології множинного радіодоступу												
Тема 1. Технології TDMA, FDMA, OFDMA, FBMC та SEFDM			2			3						
Тема 2. Технології PD-NOMA, Co-NOMA, NOMA, PD/OFDMA та NOMA-CAP			2			3						
Тема 3. Технології FH-CDMA, TH-CDMA, DS-CDMA, SCMA, MUSA та REMA			2			3						
Тема 4. Технології MC-CDMA, SS-MC-MA, Delta-OMA та SoDeMA			2			3						
Разом за зміст. мод. 6			8			12						
Усього годин за семестр		24	8	16		64						

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Множинний доступ з поділом каналів за часом та частотою. Технології TDMA, FDMA, OFDMA, FBMC та SEFDM.	2	
2	Множинний доступ з поділом каналів за потужністю. Технології PD-NOMA, Co-NOMA, NOMA, PD/OFDMA та NOMA-CAP	2	
3	Множинний доступ з кодовим поділом каналів. Технології FH-CDMA, TH-CDMA, DS-CDMA, SCMA, MUSA та REMA.	2	
4	Множинний доступ з використанням комбінованих алгоритмів поділу каналів. Технології MC-CDMA, SS-MC-MA, Delta-OMA та SoDeMA	2	
	Загальна кількість	8	

6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Втрати на трасі радіоканалу за моделями Хата, Уолфіша-Ікегамі та Кся-Бертоні	4	
2	Дальність роботи бездротового каналу зв'язку	4	
3	Аналітичне проектування безпроводної офісної мережі	4	
4	Робота з програмою D-Link Wi-Fi Planner Pro	4	
	Загальна кількість	16	

7 САМОСТІЙНА РОБОТА

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Класифікація мереж бездротового доступу	3	
2	Стан і перспективи розвитку бездротових телекомунікаційних технологій	3	
3	Принципи побудови сучасних комп'ютерних мереж	3	
4	Сучасні та перспективні мережні технології	3	
5	Канали зв'язку в сучасних комп'ютерних мережах	3	
6	Бездротові локальні мережі стандартів IEEE 802.11	3	
7	Технічні аспекти побудови і функціонування мереж персонального зв'язку технології Bluetooth	3	
8	Персональні мережі стандартів IEEE 802.15.3 та IEEE 802.15.4	3	
9	Структура та особливості стандарту IEEE 802.16	3	
10	Мережі WiMAX мобільного доступу IEEE 802.16e	3	
11	Технології та протоколи передачі даних на довгі та короткі відстані в IoT мережах	3	
12	Сенсорні мережі.	3	
13	Множинний доступ з поділом каналів за часом та частотою. Технології TDMA, FDMA, OFDMA, FBMC та SEFDM.	3	
14	Множинний доступ з поділом каналів за потужністю. Технології PD-NOMA, Co-NOMA, NOMA, PD/OFDMA та NOMA-CAP	3	
15	Множинний доступ з кодовим поділом каналів. Технології FH-CDMA, TH-CDMA, DS-CDMA, SCMA, MUSA та REMA.	3	
16	Множинний доступ з використанням комбінованих алгоритмів поділу каналів. Технології MC-CDMA, SS-MC-MA, Delta-OMA та SoDeMA	3	
17	Втрати на трасі радіоканалу за моделями Хата, Уолфіша-Ікегамі та Кся-Бертоні	4	
18	Дальність роботи бездротового каналу зв'язку	4	
19	Аналітичне проектування безпроводної офісної мережі	4	
20	Робота з програмою D-Link Wi-Fi Planner Pro	4	
	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: іспит, студентські презентації та виступи на практичних заняттях, завдання на лабораторному обладнанні.

9 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

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

Для оцінювання роботи студента протягом семестру підсумкова рейтингова оцінка *Осем* розраховується як сума оцінок за різні види занять. Кожне практичне заняття оцінюється у 10-15 балів («відмінно» – 15 балів, «добре» – 12 балів, «задовільно» – 10 балів). Кожна лабораторна робота оцінюється у 5-10 балів («відмінно» – 10 балів, «добре» – 7 балів, «задовільно» – 5 балів). Максимальна рейтингова оцінка протягом семестру – 100 балів.

Вид заняття/контрольний захід	Оцінка
Практичне заняття № 1	10-15
Практичне заняття № 2	10-15
Практичне заняття № 3	10-15
Практичне заняття № 4	10-15
Лабораторна робота № 1	5-10
Лабораторна робота № 2	5-10
Лабораторна робота № 3	5-10
Лабораторна робота № 4	5-10
Разом за семестр	60-100

Як форма підсумкового контролю для дисципліни використовується комбінований іспит. При цьому виді контролю підсумкова оцінка *Onid* обчислюється за формулою:

$$Onid = 0.6Oсем + 0.4Oicп,$$

де *Oicп* – оцінка за іспит у 100-бальній системі.

Білет для комбінованого іспиту складається з двох теоретичних питань та одного практичного завдання. Теоретичне запитання оцінюється за 100-бальною шкалою у 30 балів кожне, а практичне завдання – 40 балів.

9.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати призначення, структури, характеристики та класифікацію систем та мереж радіодоступу; технології передавання інформації, що використовуються системах радіодоступу; стандарти та протоколи сучасного безпроводового обладнання; перспективи та концепції розвитку безпроводових систем зв'язку.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки.

Уміти розроблювати топологію мереж з радіодоступом, проводити енергетичні розрахунки, проводити розрахунки параметрів та елементів телекомунікаційних мереж, використовувати системи моделювання для розроблення та дослідження блоків телекомунікаційних систем з радіодоступом.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно, D, E (60-74). Мати мінімум знань і умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Підготувати одну колективну доповідь-презентацію на практичних заняттях.

Добре, C (75-89). Твердо знати мінімум. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Самостійно підготувати одну доповідь-презентацію на практичних заняттях.

Відмінно, A, B (90-100). Знати всі теми. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Самостійно підготувати дві доповіді-презентації на практичних заняттях.

Критерії оцінювання знань та вмінь студента на комбінованому іспиті.

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

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

Відмінно, A, B (90-100). Показати повні знання теоретичного матеріалу. Відповісти на два теоретичних запитання. Безпомилково розв'язати задачу.

9.3 Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	Для заліку
96–100	A	Відмінно	Зараховано
90–95	B		
75–89	C	Добре	
66–74	D	Задовільно	
60–65	E		
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

10 НАВЧАЛЬНО–МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

10.1 Основна література

1. Сайко В.Г., Амірханов Е.Д. Основи мереж цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління. – К.: ДУТ, 2015. – 77 с. URL: https://duikt.edu.ua/uploads/1_864_32599406.pdf
2. Радіомережі: Багатоантенні системи. Навч. посіб. Для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / В.А. Головін, О.О. Шпилька; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 169 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41994/1/multantenna_gryf.pdf
3. Wireless Communication Network Technology and Evolution. Shilin Wang, Yunfei Cai, Youyun Xu and Yuanyang Cai. 2022, 648 p.
4. Wireless Communication Systems in Matlab: Second Edition. URL: https://www.gaussianwaves.com/wireless_comm_sys_matlab_second_edition/

10.2 Методичні посібники та вказівки

1. Комплекс навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни "Технології радіодоступу" підготовки бакалавра спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка: освітньо-професійна програма "Медіаінженерія" / ХНУРЕ ; розроб. І. В. Коритцев. – Харків, 2022. – 134 с. URL: <https://catalogue.nure.ua/document=261994>

10.3 Програмне забезпечення

1. Система комп'ютерної алгебри MathCad 15.
2. Програми для моделювання сигналів і алгоритмів їхньої обробки, реалізовані в системі інженерних і наукових обчислень MATLAB.
3. Програмне забезпечення для планування та проектування мереж WiFi – D-Link WiFi Planner.