

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій  
ім. О.О. Зеленського (№ 504)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

  
Ірина ВАСИЛЬСВА  
(ініціали та прізвище)

31 серпня 2023 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології і системи бездротового зв'язку  
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інжиніринг і програмування інфокомунікаційних систем»  
(найменування освітньої програми)


Форма навчання: **денна**

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

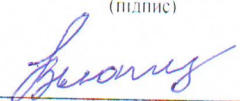
Харків 2023 рік

Розробники:

Науменко Вікторія к.т.н., доцент кафедри  
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Олег В'юницький, ст. викладач кафедри  
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
інформаційно-комунікаційних технологій ім. О. О. Зеленського (№ 504)  
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ д.т.н., професор \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь і вчене звання)

  
(підпис)

Володимир ЛУКІН  
(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<p><b>Галузь знань</b>  <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u>  <small>(шифр і найменування)</small></p> <p><b>Спеціальність</b>  <u>172 «Телекомунікації та радіотехніка»</u>  <small>(код і найменування)</small></p> <p><b>Освітня програма</b>  <u>«Інжиніринг і програмування інфокомунікаційних систем»</u>  <small>(найменування)</small></p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b>                      перший (бакалаврський)</p>	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів – 1		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 3		2023/2024
Індивідуальне завдання не передбачене <small>(назва)</small>		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 56*/120		7-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи здобувача – 3,5		<b>Лекції*</b>
		32 години
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		_ - _ годин
		<b>Лабораторні*</b>
	24 годин	
	<b>Самостійна робота</b>	
	64 годин	
<b>Вид контролю</b>		
залік		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 56/64.

\*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** формування у студентів загальних уяв про сучасні технології та системи бездротового зв'язку, місце спеціаліста у галузі інфокомунікацій у сучасному розвитку науково-технічного прогресу.

**Завдання:** вивчення принципів організації телекомунікаційних систем бездротового зв'язку і мереж; отримання студентом вміння орієнтуватися у сучасних напрямках розвитку технологій інфокомунікацій; застосовувати отримані знання на практиці.

### **Компетентності, які набуваються:**

**ЗК2** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

**ЗК3** Здатність планувати та управляти часом

**ЗК4** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

**ЗК8** Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

**ЗК9** Навики здійснення безпечної діяльності

**ЗК10** Прагнення до збереження навколишнього середовища

**ФК2** Здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.

**ФК4** Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

**ФК6** Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

**ФК7** Готовність до контролю дотримання та забезпечення екологічної безпеки.

**ФК8** Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

**ФК9** Здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів.

**ФК10** Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.

**ФК11** Здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань.

**ФК13** Здатність організувати і здійснювати заходи з охорони праці та техніки безпеки в процесі експлуатації, технічного обслуговування і ремонту обладнання інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

**ФК15** 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.

### **Очікувані результати навчання:**

**ПРН5** – Вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та 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.

**ПРН7** – Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

**ПРН8** – 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.

**ПРН10** – Здатність проводити випробування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення у відповідності до технічних регламентів та інших нормативних документів.

**ПРН11** – Вміння діагностувати стан обладнання (модулів, блоків, вузлів) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

**Пререквізити - Розповсюдження радіохвиль та антени, Супутникові і наземні системи передачі даних**

**Кореквізити - Пристрої приймання, формування та обробки сигналів**

### **3. Зміст навчальної дисципліни Модуль**

#### **1.**

**Змістовний модуль 1.** *Основні поняття бездротового зв'язку*

**Тема 1. ОСНОВИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ З РУХЛИВИМИ ОБ'ЄКТАМИ:**

Основи організації систем зв'язку з рухомими об'єктами, Класифікація радіочастот, Загальні принципи побудови РРЛ, Принципи встановлення зв'язку в системах рухомого радіозв'язку, Структура сигналу GSM,

**Тема 2. ПОКОЛІННЯ МОБІЛЬНОЇ ТЕЛЕФОНІЇ:** Покоління 1G, Покоління 2G, Покоління 3G, Покоління 4G, Стандарт 5G, Стандарт 6G

**Тема 3. ТРАФІК І ЄМНІСТЬ СТІЛЬНИКОВИХ СИСТЕМ:** Трафік і способи підвищення ємності стільникових систем, Основи теорії телетрафіку, Розрахунок кількості каналів, Оцінка числа користувачів на соту в системах CDMA, Вплив доплерівського ефекту на мобільний зв'язок

**Тема 4. ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ РАДІОХВИЛЬ В МІСТАХ:** Способи рознесеного прийому, TDMA, FDMA, CDMA, Способи еквалайзінга

**Тема 5. АЦП, ІКМ, СКРЕМБЛЮВАННЯ:** АЦП, Нелінійне кодування, ІКМ, Швидкість передачі цифрового потоку, Переваги цифрового сигналу, Скремблювання цифрового сигналу

**Тема 6. КОДОВЕ РОЗДІЛЕННЯ КАНАЛІВ:** Технологія CDMA, Принцип роботи CDMA, Rake-приймач,

**Тема 7. МОДЕЛІ ПЕРЕДБАЧЕННЯ РІВНЯ СИГНАЛУ:** Модель Окамури, Модель Окамури-Хата

**Модульний контроль**

**Змістовний модуль 2.** *Сучасні системи та технології бездротового зв'язку*

**Тема 1. СТРУКТУРА СИСТЕМИ GSM :** Структура системи GSM (Global System for Mobile Communications), Аутентифікація SIM-модуля, Ідентифікація абонентського

обладнання (Equipment Identity Register), Handover (хендовер), Роумінг, Еквалайзінг, Стрибки по частоті,

**Тема 2. УСТРІЙ РУХОМОЇ І БАЗОВОЇ СТАНЦІЇ:** Рухома станція, Базова станція, Принципи формування сигналів стандарту GSM, Особливості устрою мобільної станції стільникового зв'язку

**Тема 3. МОДУЛЯЦІЯ СИГНАЛІВ В ЦИФРОВИХ СИСТЕМАХ РАДІОЗВ'ЯЗКУ:** Бінарна фазова модуляція (BPSK), Квадратурна фазова маніпуляція (QPSK), Квадратурна фазова маніпуляція із зсувом (O-QPSK), Відносна квадратурна фазова маніпуляція з фазовим зсувом ( $\pi/4$ -DQPSK), Маніпуляція з мінімальним частотним зрушенням (MSK)

**Тема 4. ОСНОВИ РОЗПІЗНАВАЮЧИХ ТА КОРЕГУЮЧИХ КОДІВ:** Принципи кодування, Основні характеристики коригувальних кодів, Коригувальні коди Хемінга, Перемеження символів

**Тема 5. ЕКВАЛАЗЕРИ:** Лінійні спотворення, Розрахунок еквалайзера

**Тема 6. OFDM:** Характеристика OFDM-системи передачі, Перетворення сигналу в OFDM-системі передачі

**Тема 7. Wi-Fi:** Історія розвитку Wi-Fi, Стандарт IEEE 802.11g, Топології бездротових мереж Wi-Fi, Зона покриття Wi-Fi мережі

**Тема 8. LTE:** Історія розвитку LTE, Принципи побудови радіоінтерфейсу за технологією LTE, Багатоантенні системи, Мережева архітектура SAE **Модульний контроль Модуль 2.**

**Змістовний модуль 3. Професійні системи рухомого зв'язку**

**Тема 1. КЛАСИФІКАЦІЯ ПРОФЕСІЙНИХ СИСТЕМ РУХОМОГО ЗВ'ЯЗКУ:** Рухома станція, PCPP « Алтай», Smart Trunk II, InforTrunk,

**Тема 2. СТАНДАРТИ ПРОФЕСІЙНИХ СИСТЕМ РУХОМОГО ЗВ'ЯЗКУ:** PCPP стандарту LTR( PCPP FAST та ESAS), PCPP стандарту MPT (PCPP Fylde Microsystems, PCPP TeitNet, PCPP Zetron), PCPP стандарту Tetra (PCPP Dimentra), PCPP стандарту iDEN. **Модульний контроль**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Основні поняття бездротового зв'язку</b>					
Тема 1. Основи побудови систем зв'язку з рухливими об'єктами	3	1	-		2
Тема 2. Покоління мобільної телефонії	4	2	-		2
Тема 3. Графік і емність стільникових систем	10	2	-	2	6
Тема 4. Особливості поширення радіохвиль в містах	10	2	-	2	6
Тема 5. АЦП, ІКМ, скремблювання	6	2	-		4

Тема 6. Кодове розділення каналів	6	2	-		4
Тема 7. Моделі передбачення рівня сигналу	9	1	-	4	4
<b>Модульний контроль</b>	1	1	-		-
Разом за змістовним модулем 1	49	13	-	8	28
<b>Змістовний модуль 2. Сучасні системи та технології бездротового зв'язку</b>					
Тема 1. Структура системи GSM	4	2	-		2
Тема 2. Устрій рухомої і базової станції	8	2	-	2	4
Тема 3. Модуляція сигналів в цифрових системах радіозв'язку	8	2	-	2	4
Тема 4. Основи розпізнаючих та корегуючих кодів	10	2	-	4	4
Тема 5. Еквалазери	6	2	-		4
Тема 6. OFDM	10	2	-	4	4
Тема 7. Wi-Fi	10	2	-	4	4
Тема 8. LTE	6	2	-		4
<b>Модульний контроль</b>	1	1	-		-
Разом за змістовним модулем 2	63	17	-	16	30
<b>Усього годин</b>	112	30	-	24	58
<b>Змістовний модуль 3. Професійні системи рухомого зв'язку</b>					
Тема 1. Класифікація професійних систем рухомого зв'язку	3	1			2
Тема 2. Стандарти професійних систем рухомого зв'язку	4				4
<b>Модульний контроль</b>	1	1			-
<b>Усього годин</b>	120	32		24	64

### 5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	
2		
	<b>Разом</b>	

### 6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	
2		
	<b>Разом</b>	

### 7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Трафік багатоканальних радіосистем	2
2	Частотно-територіальне планування стільникових систем рухомого зв'язку	2
3	Конфігурування базової станції ССРР GSM	4
4	Технічний розрахунок параметрів системи рухомого зв'язку	2
5	Розрахунок зони покриття за допомогою програми DLinkWi-Fi Planner Pro	2
6	Розрахунок санітарно-захисних зон та зон обмеження забудови	4
7	Діагностика базової станції ССРР GSM	4
8	Радіолінії CSD ССРР GSM	4
	<b>Разом</b>	24

### 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Проробка матеріалу лекцій	30
2	Підготовка до лабораторних робіт – та їх оформлення	29
3	Самостійне вивчення матеріалу	5
	<b>Разом</b>	64

### 9. Індивідуальні завдання

*Не передбачено навчальним планом.*

### 10. Методи навчання

Методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

1) переконання у значущості навчання;



- 2) вимоги;
- 3) створення ситуації зацікавленості.

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

- 1) пояснювально-ілюстративний;
- 2) словесний (розповідь, лекція, бесіда, пояснення);
- 3) наочний (ілюстрація, демонстрація);
- 4) практичний (вправи).

## 11. Методи контролю

Методи контролю і самоконтролю в навчанні:

- 1) лабораторні роботи;
- 2) модульний та поточний контроль.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...15	1	0...15
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...15	1	0...15
<b>Змістовний модуль 3</b>			
Робота на лекціях	0...1	1	0...1
Модульний контроль	0...14	1	0...15
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Білет для заліку складається з 2 теоретичних (кожне питання 30 балів) та 1 практичного питання (40 балів).

## Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Виконати усі лабораторні роботи, захистити індивідуальне завдання (розрахункову роботу) та здати тестування. Знати визначення основних термінів, основні методи вирішення системних задач. Уміти користуватися стандартами та рекомендаціями щодо проектування систем зв'язку. Виконувати моделювання простих систем зв'язку.

**Добре (75-89).** Твердо знати мінімум, захистити всі лабораторні роботи, захистити індивідуальне завдання (розрахункову роботу), виконати всі КР, здати тестування. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Уміти: проводити аналіз і синтез систем інфокомунікацій. Знати методи і засоби моделювання складних систем та вміти користуватися ними на практиці.

**Відмінно (90-100).** Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Планувати розвиток мереж та оцінювати її продуктивність та відмовостійкість. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. Системи подвижной радиосвязи : учеб. пособие / В. Ф. Солодовник, А. В. Воробьев ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2014. - 143 с. - <http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/>

2. Системи мобільної зв'язі : учеб. пособие по лаб. практикуму / В. Ф. Солодовник, Р. А. Кожемякин ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Харьков. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2017. - 73 с. - <http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/>

3. Посилання на курс <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=4158>

#### **14. Рекомендована література Базова**

1. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П.Воробієнко, Л.А.Нікітюк, П.І.Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010.
2. Шерепа І.В., Шулакова К.С. Глобальна інформаційна інфраструктура: навчальний посібник з підготовки спеціалістів та магістрів / Шерепа І.В., Шулакова К.С. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2009, – 172 с.
3. Системний аналіз: навч. посібник / О.І. Аршинова, А.В. Шевченко. – К.: НАУ, 2008. – 128 с.
4. Трубочанінова К. А., Жученко О. С., Лисечко В. П. Бездротові телекомунікаційні системи: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 86 с

#### **Допоміжна**

1. Основи теорії систем і системного аналізу: Навч. посібник / К.О. Сорока. – ХНАМГ:, 2004. – 291 с.
2. Сайко В. Г., Казіміренко В. Я., Літвінов Ю. М. Мережі бездротового широкосмугового доступу: навч. посіб. Київ: ДУТ, 2015. 196 с.
3. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с

#### **15. Інформаційні ресурси**

1. Міжнародний союз електрозв'язку [Електронний ресурс] / Режим доступу: [www.itu.int](http://www.itu.int)
2. Техника и приборы СВЧ. Научно-технический журнал. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://nbuv.gov.ua>.
3. Міжнародна організація зі стандартизації [Електронний ресурс] / Режим доступу: [www.iso.org](http://www.iso.org).
4. Академія Cisco [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.netacad.com>