

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

**Кафедра ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
**ІМ. О.О. ЗЕЛЕНСЬКОГО (№ 504)**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми/



(підпис)

Ірина ВАСИЛЬЄВА

(ім'я та прізвище)

«26» серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ**  
**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Технології і системи електричного та оптичного 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 2024 рік**

Розробник: доцент, канд. техн. наук, доцент, Сергій АБРАМОВ

(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)

  
(підпис)

Робочу програму навчальної дисципліни розглянуто на засіданні  
кафедри № 504 інформаційно-комунікаційних технологій  
ім. О.О. Зеленського

Протокол № 1 від 26 серпня 2024 р.

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



(підпис)

Володимир ЛУКІН  
(ім'я 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> 17 «Електроніка та телекомунікації»</p> <p><b>Спеціальність</b> 172 «Телекомунікації та радіотехніка»</p> <p><b>Освітня програма</b> «Інжиніринг і програмування інфокомунікаційних систем»</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 4		2024/2025
Індивідуальне завдання – розрахункова робота		<b>Семестр</b>
		7-й/5-й**
Загальна кількість годин – 64/120		<b>Лекції*</b>
		32 години
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		0 годин
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 3,5		<b>Лабораторні*</b>
	32 години	
	<b>Самостійна робота</b>	
	56 годин	
	<b>Вид контролю</b>	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 72 години/78 годин

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

\*\* Для здобувачів освіти зі скороченим терміном навчання.

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета вивчення:** формування у здобувачів теоретичних та практичних знань та навичок стосовно основ передачі електричних сигналів напрямними системами (НС), їх взаємного впливу, електричних характеристик та параметрів.

**Завдання:** навчити здобувачів основних властивостей НС та особливостей їхнього застосування в телекомунікаційних системах.

### **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.

**ПК2.** Здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.

**ПК4.** Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

**ПК6.** Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

**ПК7.** Готовність до контролю дотримання та забезпечення екологічної безпеки.

**ПК8.** Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

**ПК9.** Здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів.

**ПК10.** Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.

**ПК11.** Здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань.

**ПК13.** Здатність організовувати і здійснювати заходи з охорони праці та техніки безпеки в процесі експлуатації, технічного обслуговування і ремонту обладнання інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

**ПК15.** 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.

**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.

**ПРН10** – Здатність проводити випробування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем

телевізійного й радіомовлення у відповідності до технічних регламентів та інших нормативних.

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

**Пререквізити** – «Фізика», «Технічна електродинаміка та пристрої НВЧ».

**Кореквізити** – «Телекомунікаційні та інформаційні мережі», «Кінцеві пристрої абонентського доступу».

**Постреквізити** – виконання дипломного проектування бакалавра.

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

#### **Модуль 1.**

#### **Змістовний модуль 1. Загальна теорія передачі енергії напрямними системами.**

**ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Технології і системи електричного та оптичного зв'язку».**

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в учбовому плані.

**ТЕМА 2. Визначення системи зв'язку, каналу зв'язку і лінії зв'язку (напрямної системи). Класифікація ліній передачі.**

Узагальнена структурна схема системи зв'язку, основні визначення. Вимоги до ліній зв'язку. Критерії класифікації. Основні види напрямних систем (ліній передачі), їхні особливості та області використання.

**ТЕМА 3. Провідні електричні лінії зв'язку.**

Види представлення електричних сигналів. Види передачі. Повітряні лінії. Кабельні лінії. Звита пара, коаксіал – конструкції, області використання, вади та недоліки.

**ТЕМА 4. Провідні волоконно-оптичні лінії зв'язку.**

Основа оптичної передачі. Світловод, оптичне волокно – області використання, вади та недоліки.

**ТЕМА 5. Лінія передачі як напрямна система.**

Типи і класи електромагнітних хвиль. Хвиля TEM. Хвилі TM і TE, дипольні хвилі. Вектор Пойнтінга.

**ТЕМА 6. Основні рівняння електромагнітного поля у напрямних системах.**

Система рівнянь Максвелла. Передача енергії електромагнітного поля кабелями, хвилеводами і вільним простором.

**ТЕМА 7. Режими передачі.**

Частотні обмеження при передачі енергії. Режими передачі.

**ТЕМА 8. Розповсюдження енергії по напрямній системі.**

Ближня та дальня зони. Розповсюдження з урахуванням індукції. Первинні і вторинні параметри передачі. Розповсюдження з урахуванням випромінювання. Вихідні принципи розрахунку напрямних систем.

**ТЕМА 9. Однорідні та неоднорідні лінії.**

Рівняння однорідної лінії. Рівняння однорідної лінії при узгоджених навантаженнях. Хвильовий опір. Коефіцієнт та швидкість розповсюдження електромагнітної енергії. Властивості неоднорідних ліній. Коефіцієнт відбиття. Лінії з неузгодженими навантаженнями. Неоднорідні за довжиною лінії.

**Модульний контроль.**

**Змістовний модуль 2. Симетричні лінії передачі.**

**ТЕМА 1. Електричні процеси в симетричних колах.**

Поверхневий ефект, ефекти близькості та впливу оточуючих металевих мас.

**ТЕМА 2. Первинні параметри симетричних ліній. Вторинні параметри симетричних ліній.**

Визначення опору, індуктивності, ємності та провідності ізоляції. Основні залежності первинних параметрів симетричних ліній. Визначення вторинних параметрів симетричних ліній – згасання, коефіцієнта фази, хвильового опору та швидкості розповсюдження енергії.

### **ТЕМА 3. Параметри симетричних екранованих ліній.**

Визначення опору, індуктивності, ємності та провідності ізоляції симетричних екранованих ліній.

### **ТЕМА 4. Оптимальні співвідношення параметрів симетричних ліній.**

Аналіз можливих шляхів зменшення згасання. Засоби штучного підвищення індуктивності.

### **ТЕМА 5. Конструкції симетричних кабелів та їх характеристики.**

Кабелі для магістрального і зонового зв'язку. Кабелі для міського та сільського зв'язку.

#### **Модульний контроль.**

#### **Змістовний модуль 3– Коаксіальні і волоконно-оптичні лінії передачі.**

### **ТЕМА 1. Електричні процеси в коаксіальних колах.**

Структура поля. Поверхневий ефект, ефекти близькості та екранування.

### **ТЕМА 2. Первинні параметри коаксіальних ліній. Вторинні параметри коаксіальних ліній.**

Опір, індуктивність, ємність та провідність ізоляції. Основні залежності первинних параметрів коаксіальних ліній. Визначення вторинних параметрів коаксіальних ліній – згасання, коефіцієнта фази, хвильового опору та швидкості розповсюдження енергії.

### **ТЕМА 3. Оптимальні співвідношення параметрів коаксіальних ліній.**

Визначення оптимального співвідношення діаметрів провідників коаксіального кола.

### **ТЕМА 4. Конструкції коаксіальних кабелів та їх характеристики.**

Магістральний коаксіальний кабель. Малогабаритних коаксіальний кабель. Комбіновані коаксіальні кабелі. Однокоаксіальний кабель.

### **ТЕМА 5. Фізичні процеси в волоконних світловодах.**

Механізм розповсюдження світла. Природа світла. Променева та хвильова теорії передачі енергії світловодами. Характеристична частота світловода. Одномодовий та багатомодовий режими передачі. Типи хвиль у світловоді, відповідність типів хвиль та типів променів.

### **ТЕМА 6. Передаточні параметри волоконних світловодів.**

Згасання. Згасання, що обумовлено власними втратами. Згасання, що обумовлено кабельними втратами. Залежність згасання від довжини хвилі. Дисперсія і пропускна здатність світловода. Причини виникнення дисперсії. Види дисперсії. Дальність зв'язку і довжина регенераційної ділянки. Класифікація типів оптичного волокна. Типи оптичного волокна для структурованих кабельних систем.

### **ТЕМА 7. Методи виготовлення волоконних світловодів.**

Основні методи виготовлення, їх характеристики. Метод осадження з рідкої фази. Метод осадження з газової фази.

### **ТЕМА 8. Конструкції волоконно-оптичних кабелів та їх характеристики. Конструкції приймально-передавальних пристроїв для волоконних світловодів.**

Типові конструкції волоконно-оптичних кабелів. Повністю діелектричні оптичні кабелі. Джерела оптичного випромінювання. Реєстратори оптичного випромінювання. Типові конструкції приймальних та передаючих пристроїв для волоконних світловодів.

#### **Модульний контроль.**

#### **Змістовний модуль 4. Будівництво лінійних споруд зв'язку.**

### **ТЕМА 1. Електромагнітна сумісність.**

Проблема електромагнітної сумісності та основні етапи її вирішення.

### **ТЕМА 2. Захищеність лінії зв'язку.**

Типи взаємних впливів. Основні визначення при розгляданні взаємних впливів. Перехідне згасання. Передаточна функція взаємних завад. Захищеність.

### **ТЕМА 3. Прокладання кабелів зв'язку.**

Проект лінійних споруд. Прокладання підземних кабелів. Улаштування переходів через шосейні та залізничні шляхи. Прокладання в кабельній каналізації. Протягування кабелю. Підготовчі роботи. Прокладання підводних кабелів.

#### **ТЕМА 4. Монтаж кабелів зв'язку.**

Монтаж симетричних кабелів. Монтаж коаксіальних кабелів. Монтаж волоконно-оптичних кабелів.

#### **Модульний контроль.**

#### **Модуль 2.**

Розрахункова робота на тему «Проектування мережі зв'язку на базі мідних і волоконно-оптичних ліній».

### **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. Загальна теорія передачі енергії напрямними системами</b>					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Напрявні системи електричного та оптичного зв'язку».	1	1	-	-	0
Тема 2. Визначення системи зв'язку, каналу зв'язку і лінії зв'язку. Класифікація ліній передачі.	1,5	1	-	-	0,5
Тема 3. Провідні електричні лінії зв'язку.	1,5	1	-	-	0,5
Тема 4. Провідні волоконно-оптичні лінії зв'язку.	1,5	1	-	-	0,5
Тема 5. Лінія передачі як напрямна система.	1,5	1	-	-	0,5
Тема 6. Основні рівняння електромагнітного поля у напрямних системах.	2	1	-	-	1
Тема 7. Режимы передачі.	2	1	-	-	1
Тема 8. Розповсюдження енергії по напрямній системі.	2	1	-	-	1
Тема 9. Однорідні та неоднорідні лінії.	2	1	-	-	1
<b>Модульний контроль</b>	1	1	-	-	-
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	-	-	<b>6</b>
<b>Змістовний модуль 2. Симетричні лінії передачі</b>					
Тема 1. Електричні процеси в симетричних колах.	3	1	-	1	1
Тема 2. Первинні та вторинні параметри симетричних ліній.	6	1	-	4	1
Тема 3. Оптимальні співвідношення параметрів симетричних ліній.	3	1	-	1	1
Тема 4. Конструкції симетричних кабелів та їх характеристики.	5	2	-	2	1
<b>Модульний контроль</b>	1	1	-	-	-
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	-	<b>8</b>	<b>4</b>

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Змістовний модуль 3. Коаксіальні і волоконно-оптичні лінії передачі</b>					
Тема 1. Електричні процеси в коаксіальних колах.	4	1		2	1
Тема 2. Первинні параметри коаксіальних ліній. Вторинні параметри коаксіальних ліній.	4	1		2	1
Тема 3. Оптимальні співвідношення параметрів коаксіальних ліній.	2,5	1	-	1	0,5
Тема 4. Конструкції коаксіальних кабелів та їх характеристики.	3	1	-	1	1
Тема 5. Фізичні процеси в волоконних світловодах.	3	1	-	1	1
Тема 6. Передаточні параметри волоконних світловодів.	3	1	-	1	1
Тема 7. Методи виготовлення волоконних світловодів.	3,5	1	-	2	0,5
Тема 8. Конструкції волоконно-оптичних кабелів та їх характеристики. Конструкції приймально-передавальних пристроїв для волоконних світловодів.	4	1	-	2	1
<b>Модульний контроль</b>	1	1	-	-	-
<b>Разом за змістовним модулем 3</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>7</b>
<b>Змістовний модуль 4. Будівництво лінійних споруд зв'язку</b>					
Тема 1. Електромагнітна сумісність.	5	1	-	3	1
Тема 2. Захищеність лінії зв'язку.	5,5	2	-	3	0,5
Тема 3. Прокладання кабелів зв'язку.	5	1	-	3	1
Тема 4. Монтаж кабелів зв'язку.	5,5	2	-	3	0,5
<b>Модульний контроль</b>	1	1	-	-	-
<b>Разом за змістовним модулем 4</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>3</b>
<b>Усього годин</b>	<b>84</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>20</b>
<b>Модуль 2</b>					
Індивідуальне завдання	36	-	-	-	36
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>56</b>

### 5. Темі семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Заняття навчальним планом не передбачені.	
	<b>Разом</b>	



## 6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Заняття навчальним планом не передбачені.	
	<b>Разом</b>	

## 7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження основ роботи з заданими у вигляді таблиць циліндричними функціями.	5
2	Визначення первинних та вторинних параметрів симетричних ліній передачі.	4
3	Визначення первинних та вторинних параметрів коаксіальних ліній передачі.	4
4	Визначення основних параметрів волоконно-оптичних ліній передачі.	4
5	Дослідження волоконно-оптичного приймально-передавального пристрою.	5
6	Вивчення взаємного впливу багато парних ліній передачі.	4
7	Визначення довжини регенераційної ділянки різних типів ліній передачі.	6
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

## 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальна теорія передачі енергії напрямними системами.	6
2	Симетричні лінії передачі.	4
3	Коаксіальні і волоконно-оптичні лінії передачі.	7
4	Будівництво лінійних споруд зв'язку.	3
5	Виконання розрахункової роботи.	36
	<b>Разом</b>	<b>56</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи на тему «Проектування мережі зв'язку на базі мідних і волоконно-оптичних ліній».

## 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

Проведення поточного контролю при здачі лабораторних робіт, тестового післялекційного контролю, тестового модульного контролю, захисту розрахункових робіт, фінальний контроль у вигляді іспиту.

## 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	4,5	0...4,5
Модульний контроль	0...14	0,5	0...7
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	2,5	0...2,5
Модульний контроль	0...14	0,5	0...7
<b>Змістовний модуль 3</b>			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	6	0...18
Модульний контроль	0...14	0,5	0...7
<b>Змістовний модуль 4</b>			
Робота на лекціях	0...1	2	0...2
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	6	0...18
Модульний контроль	0...14	0,5	0...7
Виконання і захист РР	0...23	1	0...23
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань, за кожне з яких можна отримати максимально по п'ятдесят балів (сума – 100 балів).

### Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

**Задовільно (60 - 74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та виконати розрахункову роботу.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати розрахункову роботу. Показати вміння виконувати та захищати лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням отриманих результатів.

**Відмінно (90 - 100).** Повною мірою знати основний та додатковий матеріал курсу. Виконати розрахункову роботу без зауважень. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконати та захистити всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням отриманих результатів.

### 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. Абрамов С.К. Лінії передачі: навч. посіб. / С.К. Абрамов. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 70 с.
2. Технології і системи передачі електричного та оптичного зв'язку [Електронний ресурс]: навч. посібник до лаб. практикуму / С.К. Абрамов, В.В. Абрамова. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т », 2021. - 48 с.

**Навчально-методичний комплекс дисципліни** розміщено на офіційному сайті університету: [http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/003\\_Napryamki.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/003_Napryamki.pdf) та у системі дистанційного навчання Ментор: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8412>

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Comer D. E. The Internet book: everything you need to know about computer networking and how the Internet works. – CRC Press, 2018.
2. Celozzi S. et al. Electromagnetic Shielding: Theory and Applications. – John Wiley & Sons, 2023.
3. Hui R. Introduction to fiber-optic communications. – Academic Press, 2019.

#### Допоміжна

1. Di Paolo F. Networks and devices using planar transmissions lines. – CRC Press, 2018.
2. Christopoulos C. The transmission-line modeling (TLM) method in electromagnetics. – Springer Nature, 2022.

### 15. Інформаційні ресурси

Система дистанційного навчання університету Mentor  
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8412>