

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

 Олег ЄРЕМЕЄВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 31 » серпня 2021 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: «Інформаційні мережі зв'язку»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: АБРАМОВ Сергій, доцент кафедри інформаційно-комунікаційних
технологій ім. О.О. Зеленського, канд. техн. наук,
доцент _____
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) _____ (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри _____
інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського
(назва кафедри)

Протокол № 1 від 31 серпня 2021 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 – 4,5	Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації» Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка» Освітня програма «Інформаційні мережі зв’язку» Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов’язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 4		2021/2022
Індивідуальне завдання – розрахункова робота		Семестр
Загальна кількість годин – 64/135		5-й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 6		32 години
		Практичні, семінарські*
		0 годин
		Лабораторні*
		32 години
		Самостійна робота
		71 година
		Вид контролю
		модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64 години/71 година

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

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.

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

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

СК2. Здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.

СК3. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.

СК5. 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.

СК8. Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

Очікувані результати навчання:

ПРН2 – вміння застосовувати базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативних документів у галузі телекомунікацій та радіоелектроніки.

ПРН4 – спроможність аналізувати інженерні задачі, процеси і системи, обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи.

ПРН5 – вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж та радіотехнічних систем згідно технічного завдання та використовувати для цього комп'ютеризовані засоби.

ПРН7 – здатність до проектної діяльності, узагальнення, сприйняття інформації, постановки поточної, кінцевої мети проектування телекомунікаційних пристроїв та систем і вибору шляхів її досягнення.

ПРН8 – уміння використовувати інформацію про технічні характеристики, конструктивні особливості, призначення та умови експлуатації устаткування та обладнання при вирішенні задач з розподілу та обробки інформації.

ПРН10 – вміння налагоджувати телекомунікаційне обладнання, виконувати підбір елементів мережі, що поєднуються між собою та робити економічне обґрунтування свого вибору.

ПРН14 – здатність і готовність вдосконалювати і розвивати свій інтелектуальний і загальнокультурний рівень, домагатися морального і фізичного вдосконалення своєї особистості в умовах сучасного глобалізованого соціокультурного середовища.

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

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

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 Максвела. Передача енергії електромагнітного поля кабелями, хвильоводами 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. Малогабаритний 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
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Загальна теорія передачі енергії напрямними системами					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Напрямні системи електричного та оптичного зв'язку».	2	1	-	-	1
Тема 2. Визначення системи зв'язку, каналу зв'язку і лінії зв'язку. Класифікація ліній передачі.	2	1	-	-	1
Тема 3. Провідні електричні лінії зв'язку.	2	1	-	-	1
Тема 4. Провідні волоконно-оптичні лінії зв'язку.	2	1	-	-	1
Тема 5. Лінія передачі як напрямна система.	2	1	-	-	1
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
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовним модулем 1	19	10	-	-	9
Змістовний модуль 2. Симетричні лінії передачі					
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. Параметри симетричних екранованих ліній.	3	1	-	1	1
Тема 4. Оптимальні співвідношення параметрів симетричних ліній.	3	1	-	1	1
Тема 5. Конструкції симетричних кабелів та їх характеристики.	3	1	-	1	1
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовним модулем 2	19	6	-	8	5
Змістовний модуль 3. Коаксіальні і волоконно-оптичні лінії передачі					
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

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Тема 3. Оптимальні співвідношення параметрів коаксіальних ліній.	3	1	-	1	1
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.	4	1	-	2	1
Тема 8. Конструкції волоконно-оптичних кабелів та їх характеристики. Конструкції приймально-передавальних пристроїв для волоконних світловодів.	4	1	-	2	1
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовним модулем 3	29	9	-	12	8
Змістовний модуль 4. Будівництво лінійних споруд зв'язку					
Тема 1. Електромагнітна сумісність.	5	1	-	3	1
Тема 2. Захищеність лінії зв'язку.	6	2	-	3	1
Тема 3. Прокладання кабелів зв'язку.	5	1	-	3	1
Тема 4. Монтаж кабелів зв'язку.	6	2	-	3	1
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовним модулем 4	23	5	-	12	4
Усього годин	90	30	-	32	26
Модуль 2					
Індивідуальне завдання	45	-	-	-	45
Усього годин	135	32	-	32	71

5. Теми семінарських занять

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

6. Теми практичних занять

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

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 багатоваріантних парних ліній передачі.	4
7	Визначення довжини регенераційної ділянки різних типів ліній передачі.	6
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальна теорія передачі енергії напрямними системами.	9
2	Симетричні лінії передачі.	5
3	Коаксіальні і волоконно-оптичні лінії передачі.	8
4	Будівництво лінійних споруд зв'язку.	4
5	Виконання розрахункової роботи.	45
	Разом	71

9. Індивідуальні завдання

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

10. Методи навчання

Застосовуються наступні методи навчання: словесні (пояснення, розповідь, бесіда), наочні (ілюстрування, демонстрування) та практичні, а саме: проведення лабораторних занять, проведення індивідуальних консультацій протягом семестру, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

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
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	4,5	0...4,5
Модульний контроль	0...14	0,5	0...7

Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	2,5	0...2,5
Модульний контроль	0...14	0,5	0...7
Змістовний модуль 3			
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
Змістовний модуль 4			
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
Усього за семестр			0...100

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. Загальний обсяг – 87 прим.
2. Абрамов С.К. Линии передачи: учеб. пособие по лаб. практикуму / С.К. Абрамов. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2011. – 48 с. Загальний обсяг – 83 прим.

Навчально-методичний комплекс дисципліни розміщено на офіційному сайті університету: http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/003_Napryamki.pdf та у системі дистанційного навчання Ментор: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1812>

14. Рекомендована література

Базова

1. Гроднев И.И., Верник С.М. Линии связи: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1988. Загальний обсяг – 2 прим.
2. Гроднев И.И. Волоконно-оптические линии связи: учеб. пособие для студентов электротехнических ин-тов связи. - М. - Радио и связь, 1990. - 224 с. Загальний обсяг – 3 прим.
3. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. – М.: Техносфера, 2016. Загальний обсяг – 1 прим.

Допоміжна

1. Гроднев И.И., Курбатов Н.Д. Линии связи. – М.: Связь, 1988.
2. Гроднев И.И., Шварцман В.О. Теория направляющих систем связи. – М.: Связь, 1978.
3. Кловский Д.Д. Теория электрической связи. - М.: Радио и связь, 2018.
4. Марчук В.С. Направляющие системы связи. – Х.: ХПИ, 1975.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри, розділ навчальної дисципліни «Технології і системи електричного та оптичного зв'язку»: <http://k504.xai.edu.ua/ucheba.php?link=lp>

Система дистанційного навчання університету Mentor
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1812>