

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

(повне найменування закладу вищої освіти)

**Кафедра «Радіотехніка та телекомунікації»**

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор

Гугнін Е.А.

2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ППВ 09 Телекомунікаційні системи передачі**

(код і назва навчальної дисципліни)

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

освітня програма (спеціалізація) Інформаційні мережі зв'язку  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут Інформатики та радіоелектроніки  
(найменування інституту)

факультет Радіоелектроніки та телекомунікацій  
(найменування факультету)

мова навчання Українська

2020 рік

Робоча програма з дисципліни «**Телекомунікаційні системи передачі**» для студентів

спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»,

освітня програма (спеціалізація) «Інформаційні мережі зв'язку»  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

«    »                     , 20   року –      с.

Розробники: **Мороз Гаррі Володимирович**, старший викладач кафедри Радіотехніки та телекомунікацій.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Радіотехніки та телекомунікацій

Протокол від « 23 » червня 2020 року № 12

Завідувач кафедри Радіотехніки та телекомунікацій  
(найменування кафедри)

«23» червня 2020 року  (Моршавка С.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією факультету РЕТ за спеціальністю **172 «Телекомунікації та радіотехніка»**

Протокол від « 27 » серпня 2020 року № 1

«27» серпня 2020 року Голова  (Кабак В.С.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ 2020 рік

### 1Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6,5	Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації	вибіркова	
Модулів – 2	Спеціальність, освітня програма 172 Телекомунікації та радіотехніка ОПП «Інформаційні мережі зв'язку»	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 4		3,4-й	3,4-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин –195		6,7-й	6,7-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,5 самостійної роботи студента –4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Перший (бакалаврський)	<b>Лекції</b>	
		45 год.	10 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		30 год.	8 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		120 год.	177год.
<b>Індивідуальні завдання:</b>			
Вид контролю: залік, іспит			

#### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання –75/120;

для заочної форми навчання –18/177.

## 2 Мета навчальної дисципліни

**Мета** Основною метою дисципліни є ознайомлення студентів з основними характеристиками та параметрами сигналів в системах багатоканального зв'язку та ознайомитись з основними принципами ущільнення та розділення сигналів. Вивчити які існують лінійні спотворення в каналах передачі, та як реалізоване автоматичне регулювання рівнів сигналів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати **загальні компетентності:**

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1);
- здатність планувати та управляти часом (ЗК-3);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК-4);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-7);
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК-8);

**фахові компетентності:**

- 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);
- здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм (ПК-4);
- 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);
- готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів (ПК-8);
- здатність проводити роботи з керування потоками навантаження інформаційно-телекомунікаційних мереж(ПК-12).

**Очікувані результати навчання:**

- визначати та застосовувати у професійній діяльності методики випробувань інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів (РН-3);
- адаптуватись в умовах зміни технологій інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (РН-6);
- грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки (РН-7);
- знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук (РН-18);

- здійснювати стандартні випробування інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів (РН-19);
- забезпечувати надійну та якісну роботу інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (РН-21).

### **В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:**

#### **знати:**

- основні характеристики і параметри сигналів в системах багатоканального зв'язку;
- характеристики і параметри лінійного та не лінійного каналів з шумами та без шумів;
- принципи роботи пристроїв розділення каналних сигналів;
- інформацію про корекцію лінійних спотворень;
- основи побудови і сучасні технології, що використовуються для розвитку мереж широкосмугового абонентського доступу;

#### **вміти:**

- аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов;
- користуватися програмними продуктами автоматизованого проектування мереж, стандартами і нормативними документами;
- вільно володіти термінами з дисципліни ТСП державною та іноземною мовами;
- формулювати вимоги до параметрів пристроїв які входять мережу;
- аналізувати та проектувати інформаційні мережі з урахуванням аналізу специфіки діяльності підприємства, використовуючи методологічні принципи оптимального планування і програмні продукти професійного проектування.

### **Зв'язок з іншими дисциплінами**

Вивчення дисципліни "Телекомунікаційні системи передачі" базується на знаннях, які студенти отримали при вивченні дисциплін "Напрямні системи" та "Волоконно-оптичні системи передачі інформації", також на знанні методів аналізу електричних кіл, з якими студенти знайомляться у процесі опанування дисципліни "Теорія електричних кіл та сигналів", "Електро та радіоматеріали". Знань базових понять з телекомунікацій, які студенти вивчали на дисциплінах "Інформаційні технології", "Комп'ютерні мережі та Інтернет", "Системи комутації та розподіл інформації". Основними аспектах побудови телекомунікаційних та інформаційних мереж, які вивчались в дисциплінах "Теорія електричного зв'язку", "Телекомунікаційні та інформаційні мережі". Знання з даного курсу знадобляться на основних засадах побудови мереж стільникового зв'язку, які вивчаються в дисциплінах "Системи мобільного зв'язку", "Функціональні пристрої телекомунікаційних систем", "Моделювання в техніці зв'язку".

### **3 Програма навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1**

#### **Змістовий модуль 1. Характеристики і параметри систем багатоканального зв'язку**

**Тема 1. Принципи багатоканального зв'язку** (короткий історичний нарис розвитку вітчизняних систем БЗ, основні поняття і визначення системи БЗ, принципи розділення ортогональних сигналів, принципи дії СБЗ з ЧРК, Принципи дії СБЗ з РКЧ, Застосування багатопозиційних сигналів в СБЗ).

**Тема 2. Основні характеристики і параметри сигналів в системах багатоканального зв'язку** (короткий огляд ймовірнісних характеристик та параметрів випадкових процесів, основні параметри детермінованих сигналів та їх джерел).

**Тема 3. Характеристики та параметри каналів систем багатоканального зв'язку. Структура СБЗ** (основні визначення, характеристики і параметри лінійного каналу без шумів, характеристики і параметри нелінійного каналу без шумів, завади в каналі передачі, узагальнюючі параметри каналу, діаграма рівнів каналу передачі, узгодження каналу передачі з джерелом сигналу за інформаційними параметрами, типові канали передачі та їх параметри, організація мереж зв'язку).

**Тема 4. Організація двосторонніх каналів зв'язку** (загальні відомості про двосторонні канали зв'язку, розв'язка напрямів передачі, розв'язувальний пристрій (РП) на основі диференціального трансформатора (ДТ), вплив РП на параметри двостороннього каналу зв'язку, вплив електричного еха в двосторонньому каналі зв'язку, методи побудови лінійного тракту СБЗ).

#### **Змістовий модуль 2. Формування каналного сигналу та принципи побудови апаратури в системах багатоканального зв'язку**

**Тема 5. Основні принципи ущільнення та розділення сигналів в системах багатоканального зв'язку** (загальна інформація про перетворення сигналів в СБЗ, вимоги до операторів перетворення, формування каналного сигналу, принципи роботи пристроїв розділення каналних сигналів, оцінка ефективності методів побудови СБЗ).

**Тема 6. Формування каналного сигналу в системах багатоканального зв'язку з частотним розділенням каналів** (критерії вибору методу модуляції, різновиди АМ, АМ з передачею двох бокових смуг та несучої, АМ з передачею двох бокових смуг та придушенням несучої, АМ з передачею одної бокової смуги, основні способи формування каналного сигналу типу АМ-ОБС-ПН).

**Тема 7. Принципи побудови апаратури в системах багатоканального зв'язку з частотним розділенням каналів** (класифікація методів побудови, обґрунтування вибору параметрів групового перетворення, методи формування первинної групи, методи формування вторинної та третинної груп, принципи побудови апаратури спряження).

#### **Модуль 2**

### **Змістовий модуль 3. Завади та лінійні спотворення в системах багатоканального зв'язку**

**Тема 8. Завади в лінійному тракті системах багатоканального зв'язку з частотним розділенням каналів** (власні шуми в каналах та трактах СБЗ з ЧРК, заводозахисність лінійного тракту від власних шумів, захисність від завод нелінійного походження, аналіз нелінійних продуктів групового тракту, завади від паразитних взаємних зв'язків між колами передачі в СБЗ, завади імпульсного типу та захист від них, нормування завод в лінійному тракті).

**Тема 9. Лінійні спотворення в каналах передачі** (загальні відомості про лінійні спотворення в лінійному тракті СБЗ, аналіз спотворень форми каналного сигналу на моделі, лінійні спотворення в мініміальнофазових колах НФК, лінійні спотворення модулюючого сигналу при АМ, спотворення модулюючого сигналу при ЧМ).

**Тема 10. Корекція лінійних спотворень** (загальна інформація про корекцію лінійних спотворень, постійні коректори без ЗЗ, постійні коректори з застосуванням частотно залежного ЗЗ, варіанти схемної реалізації постійних ЛК, постійні коректори фазо-частотних спотворень, змінні коректори лінійних спотворень, змінні коректори Боде).

### **Змістовий модуль 4. Пристрої та організація системи живлення для систем багатоканального зв'язку**

**Тема 11. Автоматичне регулювання рівня сигналу в системах багатоканального зв'язку** (класифікація пристроїв АРР, принципи побудови і роботи АРР опосередкованого контролю, принципи побудови і роботи АРР прямого контролю, системи АРР-КЧ з дискретним за часом регулюванням, системи АРР в групових (лінійних) трактах).

**Тема 12. Перетворювачі частоти та модулятори** (короткий нарис з історії розвитку техніки радіоприйому, зміна частотних параметрів сигналів в перетворювачах частоти та модуляторах, класифікація перетворювачів частоти, вимоги до Печ, діодні перетворювачі частоти, особливості реальних схем діодних Печ, нелінійні продукти в Печ).

**Тема 13. Генераторне устаткування систем багатоканального зв'язку** (ГУ для аналогових систем передачі, ГУ для цифрових систем передачі, пристрої циклової синхронізації в ГУ для ЦСП).

**Тема 14. Системи живлення в систем багатоканального зв'язку** (організація системи живлення в СБЗ, різновиди СДЖ, які застосовують в СБЗ, приклади електроживлення систем передачі з коаксіальним кабелем, Приклади електроживлення систем передачі з симетричним кабелем, особливості електроживлення систем телеграфного зв'язку).

## **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.	інд.	с.р.		лк	пз	лб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Характеристики і параметри систем багатоканального зв'язку</b>												
Тема 1. Принципи багатоканального зв'язку	18	4	-	4	-	10	15	1	-		-	14
Тема 2. Основні характеристики і параметри сигналів в системах багатоканального зв'язку	13	4	-	4	-	5	16	1	-		-	15
Тема 3. Характеристики та параметри каналів систем багатоканального зв'язку. Структура сбз	12	2	-		-	10	15		-		-	15
Тема 4. Організація двосторонніх каналів зв'язку	18	4	-	4	-	10	15	1	-	2	-	12
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>61</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>35</b>	<b>61</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>56</b>
<b>Змістовий модуль 2. Формування каналного сигналу та принципи побудови апаратури в системах багатоканального зв'язку</b>												
Тема 5. Основні принципи ущільнення та розділення сигналів в системах багатоканального зв'язку	18	4	-	4	-	10	13	1	-		-	12
Тема 6. Формування каналного сигналу в системах багатоканального зв'язку з частотним розділенням каналів	7	2	-		-	5	13	1	-		-	12
Тема 7. Принципи побудови апаратури системах багатоканального зв'язку з частотним розділенням каналів	16	4	-	2	-	10	15	1	-	2	-	12
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>41</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>25</b>	<b>41</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>36</b>
<b>Модуль 2</b>												
<b>Змістовий модуль 3. Завади та лінійні спотворення в системах багатоканального зв'язку</b>												
Тема 8. Завади в лінійному тракті системах багатоканального зв'язку з частотним розділенням каналів	14	4	-		-	10	13	1	-		-	12
Тема 9. Лінійні спотворення в каналах передачі	15	2	-	3	-	10	15		-	2	-	13
Тема 10. Корекція лінійних спотворень	13	4	-	3	-	6	14	1	-		-	13



Разом за змістовим модулем 3	42	10	-	6	-	26	42	2	-	2	-	38
<b>Змістовий модуль 4. Пристрої та організація системи живлення для систем багатоканального зв'язку</b>												
Тема 11. Автоматичне регулювання рівня сигналу в системах багатоканального зв'язку	14	4	-	-	-	10	14	1	-	2	-	11
Тема 12. Перетворювачі частоти та модулятори	10	2	-	3	-	5	13	-	-	-	-	13
Тема 13. Генераторне устаткування систем багатоканального зв'язку	13	3	-	-	-	10	12	-	-	-	-	12
Тема 14. Системи живлення в систем багатоканального зв'язку	14	2	-	3	-	9	12	1	-	-	-	11
Разом за змістовим модулем 2	51	11	-	6	-	34	51	2	-	2	-	47
<b>Усього годин:</b>	<b>195</b>	<b>45</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>120</b>	<b>195</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>177</b>

### 5 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Вивчення поняття рівень передачі	4
2	Дослідження диференціальної системи	4
3	Вивчення методів ущільнення в багатоканальній системі передачі	4
4	Вивчення квадратурно-амплітудної модуляції	4
5	Вивчення системи ІКМ-30	2
6	Вивчення вимірювального обладнання телефонної мережі загального користування (ТМЗК) «ПІТ-801»	3
7	Вимірювання та нормування параметрів абонентських ліній при підключенні абонентських та мережних терміналів	3
8	Вимірювання параметрів абонентського модуля ТМЗК	3
9	Цифрова ВОСП – PDH	3
	Разом	30

### 7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Підготовка до лабораторних та лекційних занять	80
3	Підготовка до поточного контролю та іспиту	40
	Разом	120

### 8. Методи навчання

Поєднання (різною мірою) пасивного, активного і інтерактивного методів на лекційних і лабораторних заняттях, на консультаціях по темах занять. Під час карантину використовується дистанційний метод навчання за допомогою Системи дистанційного навчання НУ «Запорізька політехніка» Moodle", та системи відеоконференцій Zoom.

## 9 Методи контролю

Поточний, рубіжний, семестровий контроль (з урахуванням відвідування, виконання і захисту лабораторних робіт, виконання графіку курсового проектування, тестування при отриманні заліку). Під час карантину лабораторні роботи та тести проводяться в система дистанційного навчання НУ «Запорізька політехніка» "Moodle".

## 10. Критерії оцінювання

*Приклад для заліку*

Поточне тестування та самостійна робота							Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
15	15	15	15	15	15	10	

T1, T2 ... T7 – теми змістових модулів.

*Приклад для екзамену*

Поточне тестування та самостійна робота							Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			100
T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	
15	15	15	15	15	15	10	

T8, T9 ... T14 – теми змістових модулів.

### 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
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>		
60-69	<b>E</b>	задовільно	не зараховано з
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з	

		можливістю повторного складання	можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 11. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни «Телекомунікаційні системи передачі» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніки» / Частина 1 / Укл. Г.В. Мороз, Запоріжжя НУ "Запорізька політехніка", подано до друку у 2021. – 22 с.

2. Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни «Телекомунікаційні системи передачі» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніки» / Частина 2 / Укл. Г.В. Мороз, Запоріжжя НУ "Запорізька політехніка", подано до друку у 2021. – 66 с.

### 12. Рекомендована література

#### Базова

1. Дмитренко В.П. Поля і хвилі в телекомунікаціях навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В.П. Дмитренко, С.М. Романенко, Г.В. Мороз – Запоріжжя. – НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 289 с.

2. Борщ В.І. Сигналізація й синхронізація в телекомунікаційних системах. / В.І. Борщ, Є.І. Коршун, Ю.Г. Туманов та ін. – К.: Наукова думка, – 2004.

3. Захарченко М.В. Мережі та системи телекомунікацій Т1: Інформаційні мережі. Стандарти та рекомендації. ЄНМЗУ. Аналогові та комп'ютерні мережі. / М.В. Захарченко, Г.С. Гайворонська, А.І. Єщенко та ін. За ред. М.В. Захарченка. – К.: Техніка, – 2000.

4. Крук Б.И. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3 томах. Том 1 – Современные технологии / Б.И. Крук, В.Н. Попантопуло, В.П. Шувалов; под. ред. профессора В.П. Шувалова. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, – 2005. – 647 с.: илл.

5. Величко В.В. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3 томах. Том 3 – Мультисервисные сети / В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев; под ред. профессора В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, – 2005.

#### Допоміжна

1. Битнер В.И. Нормирование качества телекоммуникационных услуг: Учебное пособие. / В.И. Битнер, Г.Н. Попов Под ред. Профессора В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, – 2004 – 312 с., илл.

2. Крылов В.В. Теория телетрафика и ее приложения. / В.В. Крылов, С.С. Самохвалова – СПб.: ВНУ-Санкт-Петербург, – 2005.

### 13. Інформаційні ресурси

1. <http://www.zp.edu.ua>
2. <http://www.Lucent.ru>.
3. <http://iks.sut.ru/eduprograms>.
4. <http://niits.ru/public>.
5. <http://nicksokolov.narod.ru>.