

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 04 Основи теорії передачі інформації
та статистична радіотехніка**
(код і назва навчальної дисципліни)

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

освітня програма (спеціалізація) Радіотехніка
(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 «**Основи теорії передачі інформації та статистична радіотехніка**» для студентів

спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»,

освітня програма (спеціалізація) «Радіотехніка»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

« » , 20 року – с.

Розробники: **Бугрова Тетяна Іванівна**, доцент кафедри Радіотехніки та телекомунікацій, к.т.н.

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

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 7,5	Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації	Вибіркова	
Модулів – 2	Спеціальність, освітня програма 172 Телекомунікації та радіотехніка ОП «Радіотехніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: _____		Семестр	
Загальна кількість годин – 225		5,6-й	5,6-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 4,5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Перший (бакалаврський)	Лекції	
		60 год.	12 год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		30 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		135 год.	205 год.
		Індивідуальні завдання:	
		Вид контролю: іспит, залік	

Примітка.

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

для денної форми навчання – 90/135;

для заочної форми навчання – 20/205.

2 Мета навчальної дисципліни

Мета дисципліни – засвоїти сучасні правила і тенденції розвитку систем передачі інформації та навчитися співставляти схеми реальних систем з відповідними математичними моделями, а також ознайомитись з існуючими методами та алгоритмами моделювання випадкових сигналів, окремих елементів систем і складних систем передачі інформації загалом.

Завдання – навчитись обирати адекватний розв’язуваний задачі математичний апарат та виробити навички вирішення певних технічних задач, які пов’язані з проектуванням сучасних систем передачі інформації.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати:

загальні компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2);
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-5);
- здатність працювати в команді (ЗК-6);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-7);
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК-8);

фахові (професійні) компетентності:

- здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства (ПК-1);
- здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій із урахуванням основних вимог інформаційної безпеки (ПК-2);
- здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації (ПК-3);
- здатність здійснювати комп’ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм (ПК-4).

Результати навчання:

- аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв’язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов (РН-1);
- застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв’язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах (РН-2);
- набути навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації і даних (РН-5);
- адаптуватись в умовах зміни технологій інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (РН-6);
- грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки (РН-7);

- описувати принципи та процедури, що використовуються в телекомунікаційних системах, інформаційно-телекомунікаційних мережах та радіотехніці (РН-8);
- застосовувати фундаментальні і прикладні науки для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах (РН-13).

3 Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Теорія інформації та кодування

Тема 1. Основні поняття та визначення. Кодування повідомлень.

Повідомлення, сигнали. Канали, системи передачі інформації. Завади у каналах передачі інформації. Основні види кодування. Первинне кодування дискретних повідомлень. Код і системи числення. Рівномірні і нерівномірні коди. Код Морзе. Коди, що не приводяться. Дискретизація і кодування безперервних повідомлень. ІКМ, ДІКМ і дельта-модуляція. Спектри дискретизованих сигналів. Дискретне перетворення Фур'є. Ширококутне кодування. Коди Баркера. Послідовності Хаффмена. Генерування М-послідовностей. Двовимірні автокореляційні функції М-послідовностей. Автокореляційні функції М-послідовностей. Одновимірні функції взаємної кореляції М-послідовностей. Сегменти М-послідовностей. Стиснення складного сигналу в часі та по частоті. Підвищення завадозахищеності при використанні складних сигналів.

Тема 2. Основи теорії інформації. Кількісна міра інформації по Хартлі і Шеннону. Ентропія і надмірність дискретного джерела з незалежними елементами. Ентропія бінарного джерела. Ентропія безперервного джерела. Джерела повідомлень з максимальною ентропією. Ентропія джерела із залежними елементами. Спільна ентропія двох джерел. Продуктивність джерела. Пропускна спроможність дискретного каналу без шумів. Теорема Шеннона для каналу без завад. Методи усунення надмірності. Код Шеннона-Фено.

Тема 3. Передача інформації по каналу. Алгоритми стиснення відеоінформації. Дискретне косинусне перетворення. Стандарти стиснення аудіоінформації. Швидкість передачі інформації по каналу. Пропускна спроможність дискретного симетричного каналу з завадами. Пропускна спроможність безперервного каналу з шумами. Теорема Шеннона для каналів з завадами.

Тема 4. Методи підвищення завадостійкості РТС. Коригувальні коди. Принципи виправлення і виявлення помилок. Кодова відстань і виправляюча здатність коду. Прості коригувальні коди (коди з парним числом одиниць, з постійною вагою, з повторенням). Завадостійкість простих кодів. Систематичні коди. Коди Хеммінга (кодування, декодування, завадостійкість). Циклічні коди. Принципи побудови, кодування і декодування. Ітеративні коди. Каскадні коди. Безперервні коди. Згорткові коди. Використання ширококутних сигналів. Сигнали ЧЧМ. Режим ППРЧ. Прийом «в цілому». Рознесений прийом. Технологія МІМО. Системи із зворотним зв'язком. Види зворотного зв'язку. Кодування у системах із зворотним каналом.

Тема 5. Ущільнення каналів (ліній) зв'язку. Багатоканальні системи передачі інформації. Основні принципи ущільнення і розділення сигналів (каналів). Міжканальні перешкоди. Теорія лінійного розділення сигналів. Умови роздільності сигналів. Розділення ортогональних і лінійно-незалежних сигналів. Фазове ущільнення. Квадратурне представлення сигналів. Частотне ущільнення. Структурна схема багатоканальної системи з ЧРК. Основні характеристики. Групоутворення. Технологія OFDMA. Стандарти DVB і LTE. Часове ущільнення. Основні характеристики. Групоутворення. Комбінаційне ущільнення. Використання багатопозиційних сигналів (ДЧМ, ДОФМ, ТОФМ, OQPSK, 16-АФМ, 256-АФМ). Кодово-адресне ущільнення. Використання широкосмугових сигналів. Асинхронно-адресні системи. Принцип статистичного ущільнення. Порівняння методів ущільнення каналів.

Змістовий модуль 2. Статистична радіотехніка

Тема 6. Мережі та системи передачі інформації. Системи і стандарти рухомого зв'язку. Стандарти IEEE 802. та IEEE 802.16 – 2004. Радіорелейні лінії зв'язку. Супутникові системи зв'язку і телебачення.

Тема 7. Випадкові процеси в радіотехніці та телекомунікаціях. Стационарні та ергодичні випадкові процеси. Широко- та вузькосмугові випадкові процеси. Основні поняття і визначення в теорії випадкових процесів. Функції розподілу і числові характеристики. Часові характеристики. Функції розподілу. Властивості кореляційних функцій та приклади їх обчислення в радіотехніці та телекомунікаціях. Проходження випадкових процесів крізь лінійні та нелінійні кола.

Тема 8. Ортогональні та комплексні уявлення випадкових процесів. Нормальний випадковий процес та його властивості. Розкладання випадкових процесів у дійсні та комплексні ортогональні ряди. Приклади нормальних процесів, їх основні властивості та характеристики в галузі радіотехніки та телекомунікацій.

Тема 9. Завади в каналах передачі інформації. Оптимальна фільтрація сигналів у неперервних та дискретних каналах. Адитивні, імпульсні, зосереджені та мультиплікативні завади, їх властивості та сучасні методи їх подавлення. Оптимальний фільтр при білому шумі. Імпульсна перехідна функція узгодженого фільтра. Оптимальний узгоджений фільтр в якості корелятора. Приклади синтезу узгоджених фільтрів. Квазиоптимальні фільтри для дискретних сигналів.

Тема 10. Основи теорії потенційної завадозахищеності. Оптимальний приймач Котельникова для повністю відомих дискретних сигналів. Оптимальне приймання неповністю відомих сигналів. Приймання сигналів як статистична задача. Критерії прийняття рішень при прийомі дискретних сигналів. Критерій ідеального спостерігача. Критерій мінімального середнього ризику. Критерій відношення правдоподібності. Інформаційний критерій. Мінімаксий критерій. Критерій Неймана-Пірсона. Обчислення умовних щільностей ймовірностей. Алгоритм роботи і структурна схема приймача Котельникова.

Кореляційна схема оптимального приймача. Потенційна завадозахищеність прийому повністю відомих бінарних сигналів. Потенційна завадозахищеність різних (класичних) систем сигналів. Завадозахищеність оптимального когерентного виявлювача. Приймання сигналів з невідомою фазою. Оптимальний некогерентний виявлювач. Приймання сигналів з невідомими амплітудою та фазою. Завадозахищеність оптимального виявлювача в каналах з завмираннями.

4 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Теорія інформації та кодування												
Тема 1. Основні поняття та визначення. Кодування повідомлень.	23	6		3		14	22	2				20
Тема 2. Основи теорії інформації.	23	6		3		14	22			2		20
Тема 3. Передача інформації по каналу.	23	6		3		14	22	2				20
Тема 4. Методи підвищення завадостійкості РТС.	23	6		3		14	24	2		2		20
Тема 5. Ущільнення каналів (ліній) зв'язку.	23	6		3		14	20					20
Разом за змістовим модулем 1	115	30		15		70	115	6		4		100
Змістовий модуль 2. Статистична радіотехніка												
Тема 6. Мережі та системи передачі інформації.	22	6		3		13	23			2		21
Тема 7. Випадкові процеси в радіотехніці та телекомунікаціях. Стаціонарні та ергодичні випадкові процеси. Широкопугові та вузькопугові випадкові процеси.	22	6		3		13	23	2				21
Тема 8. Ортогональні та комплексні уявлення випадкових процесів. Нормальний випадковий процес та його властивості.	22	6		3		13	25	2		2		21
Тема 9. Завади в каналах	22	6		3		13	21					21

передачі інформації. Оптимальна фільтрація сигналів у неперервних та дискретних каналах.											
Тема 10. Основи теорії потенційної завадо захищеності. Оптимальний приймач Котельникова для повністю відомих дискретних сигналів. Оптимальне приймання неповністю відомих сигналів.	22	6		3		13	23	2			21
Разом за змістовим модулем 2	110	30		15		65	110	6		4	105
Усього годин	225	60		30		135	225	12		8	205

5 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Спектри модульованих сигналів	4
2	Багатопозиційні АФМ-сигнали	4
3	Кореляційні функції складних (широкосмугових) сигналів	4
4	Двовимірні функції автокореляції (функції невизначеності)	4
5	Ентропія дискретного джерела повідомлень. Оптимальне (статистичне) кодування	4
6	Розрахунки завадозахищеності коректувальних кодів	4
7	Завадостійке кодування. Коди Хемінга	4
8	Циклічні коди	2
	Разом	30

6 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Кодування повідомлень	14
2	Основи теорії інформації	14
3	Передача інформації по каналу	14
4	Методи підвищення завадостійкості РТС	14
5	Ущільнення каналів зв'язку	14
6	Мережі та системи передачі інформації	13
7	Випадкові процеси в радіотехніці та телекомунікаціях	13
8	Нормальний випадковий процес та його властивості	13

9	Оптимальна фільтрація сигналів у неперервних та дискретних каналах	13
10	Основи теорії потенційної завадозахищеності	13
	Разом	135

7 Індивідуальні завдання

Реферат за темою однієї з лабораторних робіт.

8 Методи навчання

Поєднання (різною мірою) пасивного, активного і інтерактивного методів, включно з online технологією в zoom та за посиланням <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=554> на лекційних і лабораторних заняттях, на консультаціях.

9 Очікувані результати навчання з дисципліни

- Вміння аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв’язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов;
- вміння застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв’язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах і радіотехнічних системах;
- вміння пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов’язувати їх з відповідною теорією;
- мати навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації і даних;
- вміння адаптуватись в умовах зміни технологій інформаційно-комунікаційних мереж та радіотехнічних систем.

10 Засоби оцінювання

Поточний, модульний, семестровий контроль (з урахуванням відвідування, виконання і здачі лабораторних робіт, тестування при здачі іспиту).

11 Критерії оцінювання

Приклад для екзамену

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2					30	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		

T1, T2 ... T10 – теми змістових модулів.

Приклад для заліку

Поточне тестування та самостійна робота										Сума
Змістовий модуль №1					Змістовий модуль № 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	100
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	

T1, T2 ... T10 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12 Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій для студентів спеціальності 172 “Радіотехніка” рівня бакалавр по дисципліні “ОТПП” / Укл. Т.І. Бугрова. – Запоріжжя, НУ ЗП, 2020. – 109 с.

2. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Основи теорії передачі інформації та статистична радіотехніка» для студентів спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка" всіх форм навчання / Укл. Т.І.Бугрова. – Запоріжжя, НУ ЗП, 2020. – 49 с.

3. Методичні вказівки з дисципліни «Основи теорії передачі інформації та статистична радіотехніка» до практичних та самостійних робіт для студентів спеціальності 172 “Радіотехніка” рівня бакалавр всіх форм навчання / Запоріжжя: НУ ЗП, 2020. – 73с.

13 Рекомендована література

Базова

1. Зюко А.Г. Теория электрической связи / А.Г.Зюко, Д.Д. Кловский и др. – М.: Связь, 1988 – 434 с.

2. Кузьмин, И.В. Основы теории передачи информации и кодирование [Текст] / И.В. Кузьмин, В.А. Кедрус. – Киев: «Вища школа», 1986. – 238с.

3. Чердынцев, В.А. Радиотехнические системы [Текст] / В.А.Чердынцев. – Минск: Вышэйшая школа. 1988. – 370 с.

Допоміжна

1. Жураковский Ю.П. Теория информации та кодування / Ю. П. Жураковский, В.П. Полторак. – К.: Вища школа, 2001. – 256 с.

2. Тихонов В.И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / В.И. Тихонов, В.Н. Харисов. – М.: Радио и связь, 2004. – 608 с.

14 Інформаційні ресурси

1. Бугрова Т.І. ОТПП та статистична радіотехніка. Конспект лекцій <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=554>

2. Бугрова Т.І. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «ОТПП та СтатРад» <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=554>

3. Mathcad-математичний процесор для математичного моделювання складних процесів <https://www.mathcad.com/>

4. Matlab – оболонка для симулювання процесів, сигналів, схем, мереж та систем <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>

5. Програмне забезпечення для виконання лабораторних робіт з дисципліни «ОТПІ та СтатРад» <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=554>
6. <http://diagram.com.ua/librari/electronika-books>.
7. http://ph4s.ru/book_radioteh.htm.
8. <http://newlibrary.ru/genre/tehnika/radiotehnika/>