

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
інформаційно-комп'ютерних
технологій

28 серпня 2024 р.,
протокол № 2

Голова Вченої ради
Гетяна НІКІТЧУК

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Електрозв'язок»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітньо-професійна програма «Телекомунікації та радіотехніка»
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
кафедра комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

Схвалено на засіданні кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях
26 серпня 2024 р.,
протокол № 8

Завідувач кафедри
Чухов Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної
програми
Ципоренко Віталій ЦИПОРЕНКО

Розробник: ст. викладач кафедри комп'ютерних технологій у медицині та
телекомунікаціях
БЕНЕДИЦЬКИЙ Василь

Житомир
2024 – 2025 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 2

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 5	Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»	Нормативна	
Модулів – 10	Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 10		2-й	2-й
Загальна кількість годин - 150		Семестр	
		3-й	3-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 5 самостійної роботи – 4	Освітній ступінь «бакалавр»	32 год.	2 год.
		Практичні	
		32 год.	2 год.
		Лабораторні	
		16 год.	2 год.
		Самостійна робота	
		70 год.	144 год.
		Вид контролю: іспит	

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

для денної форми навчання – 53 % аудиторних занять, 47 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 4 % аудиторних занять, 96 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 3

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є розкриття сучасних наукових концепцій, понять, методів і технологій електричного зв'язку, дослідження процесів передавання повідомлень, аналізу впливу на зв'язок завад і спотворень, ідентифікації та оптимізації каналів електричного зв'язку.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння методами математичного опису повідомлень, аналізу функціональних перетворень сигналів;
- дослідження сигналів та завад у каналах, лініях і системах електричного зв'язку;
- дослідження каналів зв'язку та приймачів повідомлень;
- оволодіння методами інформаційного опису повідомлень, передавання і ретрансляції сигналів, ідентифікації та оптимізації каналів зв'язку.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

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

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.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 4

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»:

ПРН1. Знання теорій та методів фундаментальних та загально інженерних наук в об'ємі необхідному для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.

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. Вміти спілкуватися з професіоналами в області телекомунікацій та радіотехніки та розуміти їхні вимоги до технічних продуктів і послуг.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Системи електричного зв'язку. Загальні відомості

Тема 1. Загальні відомості про системи зв'язку. Основні поняття і визначення. Етапи розвитку систем електрозв'язку. Принципи побудови систем передачі інформації.

Змістовий модуль 2. Повідомлення, сигнали і завади. Їх характеристики, представлення і перетворення

Тема 2. Основні моделі повідомлень, сигналів і перешкод. Моделі джерел повідомлень і математичні моделі повідомлень. Моделі повідомлення з обмеженою спектральною щільністю. Теорема Котельникова. Перетворення повідомлень в системі передачі інформації. Перетворення повідомлень в передавачах СПИ.

Тема 3. Перетворення безперервних повідомлень в передавачах систем зв'язку. Цифрові системи. Аналогові системи модуляції. Аналітичні моделі сигналів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 5

Змістовий модуль 3. Канали зв'язку

Тема 4. Моделі каналів зв'язку. Моделі каналів зв'язку, загальні відомості. Моделі безперервних каналів зв'язку. Проходження сигналів через канали з детермінованими характеристиками.

Тема 5. Дискретні канали зв'язку. Класифікація дискретних каналів. Модель дискретного каналу без пам'яті. Недвійковий симетричний канал.

Змістовий модуль 4. Основи теорії передачі інформації

Тема 6. Основні положення теорії інформації. Ентропія як кількісна міра ступеня невизначеності. Інформаційні характеристики джерел повідомлень. Поняття інформації. Інформація в складній системі.

Тема 7. Інформаційні характеристики каналів зв'язку. Ентропія неперервних випадкових величин. Випадкова величина з максимальною ентропією. Ентропія безперервного випадкового сигналу.

Змістовий модуль 5. Теорія багатоканальної передачі повідомлень

Тема 8. Основи теорії багатоканального зв'язку. Основи теорії поділу сигналів. Частотний, часовий і фазовий поділ сигналів. Поділ сигналів за формою. Способи поділу сигналів в асинхронних кодових системах зв'язку. Завадостійкість некогерентного прийому сигналу.

Змістовий модуль 6. Завадостійкість прийому дискретних повідомлень

Тема 9. Оптимальний прийом повідомлень. Критерії мінімуму середнього ризику. Критерії і правила прийняття рішення. Синтез оптимального приймача двійкових повідомлень.

Тема 10. Потенційна завадостійкість джерел повідомлень. Потенційна завадостійкість прийому двійкових повідомлень. Завадостійкість прийому сигналу з амплітудною, частотною і фазовою модуляцією, криві завадостійкості. Узгоджений фільтр. Потенційна завадостійкість прийому недвійкового повідомлень.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 6

Змістовий модуль 7. Завадостійкість передачі неперервних повідомлень

Тема 11. Передача неперервних повідомлень. Джерела неперервних повідомлень. Безпосередня передача повідомлень. Оптимальна оцінка неперервних параметрів сигналу. Оптимальний прийом неперервних повідомлень.

Тема 12. Принципи побудови дискримінаторів. Оптимальна оцінка параметрів сигналу. Баєсівські оцінки за критерієм мінімуму середнього ризику. Оцінка параметра сигналу в зашумленому каналі вимірювання. Оцінка амплітуди радіоімпульсу. Оцінка неенергетичних параметрів радіоімпульсу. Дискримінатори оцінки параметрів сигналів.

Змістовий модуль 8. Завадостійке кодування

Тема 13. Завадостійке кодування і його застосування в системах зв'язку. Загальна характеристика завадостійкого кодування. Кодування завадостійкими кодами. Декодування завадостійких кодів. Застосування завадостійких кодів в системах зв'язку.

Змістовий модуль 9. Стиск інформації

Тема 14. Усунення надмірності. Теорема кодування для каналу без перешкод. Кодування джерел повідомлень з рівноімовірними символами. Кодування джерел повідомлень з нерівноімовірними незалежними символами. Кодування джерел зі статистично залежними символами.

Тема 15. Кодування в каналах з перешкодами. Теорема Шеннона для каналів з перешкодами. Перша теорема Шеннона. Пряма теорема Шеннона. Обернена теорема Шеннона. Друга теорема Шеннона. Теорема Шеннона для безперервних каналів.

Змістовий модуль 10. Ефективність систем електричного зв'язку

Тема 16 Ефективність систем зв'язку. Особливості оцінки ефективності СЕЗ. Показники ефективності систем зв'язку. Межа Шеннона. Ефективність систем передачі дискретних повідомлень. Ефективність систем передачі неперервних

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 8

Тема 11. Передача неперервних повідомлень.	9	2	2	5	9	-	-	9
Тема 12. Принципи побудови дискримінаторів.	11	2	4	5	9	-	-	9
Разом за змістовий модуль 7	20	4	6	10	18	-	-	18
Змістовий модуль 8. Завадостійке кодування								
Тема 13. Завадостійке кодування і його застосування в системах зв'язку.	10	2	4	4	9	-	-	9
Разом за змістовий модуль 8	10	2	4	4	9	-	-	9
Змістовий модуль 9. Стиск інформації								
Тема 14. Усунення надмірності.	9	2	2	5	9	-	-	9
Тема 15. Кодування в каналах з перешкодами.	11	2	4	5	9	-	-	9
Разом за змістовий модуль 9	20	4	6	10	18	-	-	18
Змістовий модуль 10. Ефективність систем електричного зв'язку								
Тема 16. Ефективність систем зв'язку.	10	2	4	4	9	-	-	9
Разом за змістовий модуль 10	10	2	4	4	9	-	-	9
ВСЬОГО	150	32	48	70	150	2	4	144

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 9

5. Теми практичних (лабораторних) занять

№ з/п	Назва практичних занять	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Перенесення інформаційного сигналу в частотний діапазон, призначений для його передавання.	2	-
2	Дискретизація та відновлення неперервних сигналів.	2	2
3	Математичні моделі часового представлення неперервних випадкових сигналів.	2	-
4	Спектральна і автокореляційна характеристики неперервних випадкових сигналів.	2	-
5	Формування сигналів з використанням властивостей нелінійних кіл. Амплітудна модуляція гармонічного несучого сигналу.	2	-
6	Апроксимація амплітудних характеристик нелінійних каналів зв'язку.	2	-
7	Проходження випадкових сигналів через канали зв'язку з нелінійною амплітудною характеристикою	2	-
8	Розрахунок статистичних параметрів дискретних каналів зв'язку	2	-
9	Розрахунок інформаційних параметрів джерел дискретних повідомлень.	4	-
10	Розрахунок пропускної здатності дискретних каналів зв'язку.	2	-
11	Проектування завадостійкого циклічного коду та перевірка його властивостей.	2	-
12	Розрахунок завадостійкості систем з різними видами модуляції у разі кореляційного приймання цифрових радіосигналів.	4	-
13	Проектування оптимального узгодженого фільтра для сигналу відомої форми.	4	-
14	Оцінка ефективності систем зв'язку	2	-
РАЗОМ		32	2

№ з/п	Назва лабораторних занять	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Проходження цифрового сигналу через лінійний канал	2	2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 10

	зв'язку.		
2	Цифрові радіосигнали з амплітудною, частотною та відносно-фазовою модуляцією.	2	-
3	Неперервні випадкові сигнали	2	-
4	Амплітудна модуляція гармонічного переносника.	2	-
5	Особливості функціонування каналу зв'язку цифрової системи передавання інформації.	2	-
6	Завадостійке кодування повідомлень у системі передавання інформації з дискретним каналом зв'язку.	2	-
7	Приймання цифрових сигналів з використанням принципу оптимальної узгодженої фільтрації.	2	-
8	Синтез неперервних детермінованих періодичних сигналів в базисі функцій Уолша.	2	-
РАЗОМ		16	2

6. Завдання для самостійної роботи

Тема 1. Етапи розвитку систем електрозв'язку.

Тема 2. Перетворення повідомлень в передавачах СПИ.

Тема 3. Аналітичні моделі сигналів.

Тема 4. Геометричні моделі сигналів (АМ, ЧМ, ФМ).

Тема 5. Моделі каналів зв'язку, загальні відомості.

Тема 6. Недвійковий симетричний канал.

Тема 7. Незалежні помилки.

Тема 8. Інформація в складній системі.

Тема 9. Поділ сигналів за формою.

Тема 10. Синтез оптимального приймача двійкових повідомлень.

Тема 11. Завадостійкість прийому сигналу з амплітудною, частотною і фазовою модуляцією, криві завадостійкості.

Тема 12. Безпосередня передача повідомлень.

Тема 13. Побудова дискримінаторів для оцінки параметрів сигналів.

Тема 14. Дискримінатори оцінки параметрів сигналів.

Тема 15. Застосування завадостійких кодів в системах зв'язку.

Тема 16. Кодування джерел зі статистично залежними символами.

Тема 17. Теорема Шеннона для безперервних каналів.

Тема 18. Показники ефективності систем зв'язку.

Тема 19. Завадостійкість систем аналогової передачі повідомлень при малих перешкодах

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 11

7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбаченні програмою дисципліни

8. Методи навчання

Навчальний процес побудований на сполученні лекційних лабораторних і практичних занять з самостійною роботою студентів.

Лекційні заняття призначені для теоретичного осмислення та узагальнення складних розділів курсу, що висвітлюється в основному на проблемному рівні.

Лабораторні і практичні заняття призначені для наочної демонстрації практичного використання вивченого матеріалу та отримання навичок розв'язку технічних задач електрозв'язку.

Самостійна робота студентів направлена на закріплення вивченого матеріалу та поглиблення знань з теорії електрозв'язку та організації роботи систем електрозв'язку.

Форми самостійної роботи студентів: вивчення лекційного матеріалу, робота з літературою, підготовка до лабораторних і практичних занять.

9. Методи контролю

При вивченні дисципліни передбачаються наступні форми контролю: контрольні роботи, які проводяться на лекціях, написання та захист реферату.

Підсумкова форма контролю – іспит. Іспит проходить у формі тестування.

Питання для іспиту у додатковому файлі інформаційного пакету дисципліни.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 12

10. Розподіл балів

Студент за час викладання дисципліни може набрати 100 балів. Ця кількість балів складається з оцінювання знань отриманих в результаті вивчення лекційного матеріалу, а також навичок отриманих на лабораторних і практичних роботах і вивченню матеріалу самостійного Розподіл балів показано в таблиці 1.

Таблиці 1. Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота	Максимальна кількість балів
Змістовий модуль 1	
Тема 1	2
Разом за змістовий модуль 1	2
Змістовий модуль 2	
Тема 2	2
Тема 3	2
Практична робота 1	3
Лабораторна робота 1	3
Разом за змістовий модуль 2	10
Змістовий модуль 3	
Тема 4	2
Тема 5	2
Практична робота 2	3
Лабораторна робота 2	3
Разом за змістовий модуль 3	10
Змістовий модуль 4	
Тема 6	2
Тема 7	2
Практична робота 3	3
Практична робота 4	3
Лабораторна робота 3	3
Разом за змістовий модуль 4	13
Змістовий модуль 5	
Тема 8	2
Лабораторна робота 4	3
Разом за змістовий модуль 5	5
Змістовий модуль 6	
Тема 9	2
Тема 10	2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 13

Практична робота 5	3
Практична робота 6	3
Лабораторна робота 5	3
Разом за змістовий модуль 6	13
Змістовий модуль 7	
Тема 11	2
Тема 12	2
Практична робота 7	3
Практична робота 8	3
Лабораторна робота 6	3
Разом за змістовий модуль 7	13
Змістовий модуль 8	
Тема 13	2
Практична робота 9	3
Практична робота 10	3
Разом за змістовий модуль 8	8
Змістовий модуль 9	
Тема 14	2
Тема 15	2
Практична робота 11	3
Практична робота 12	4
Лабораторна робота 7	3
Разом за змістовий модуль 9	14
Змістовий модуль 10	
Тема 16	2
Практична робота 13	4
Практична робота 14	3
Лабораторна робота 8	3
Разом за змістовий модуль 10	12
Разом	100

Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Залік	Бали
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре	Зараховано	82-89
C			74-81
D	Задовільно	Зараховано	64-73
E			60-63
FX	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F		Не зараховано	0-34

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 14

11. Рекомендована література

Основна література

1. Гусев О. Ю., Конахович Г. Ф., Корнієнко В. І., Кузнецов Г. В., Пузиренко О. Ю. Теорія електричного зв'язку: Навч. посібник. — Львів: Магнолія 2017. — 364 с.
2. Бортник Г.Г., Бортник С.Г., Стальченко О.В. Основи теорії багатоканального зв'язку: Навчальний посібник. — В.: ВНТУ, 2010.
3. Бортник Г.Г. Цифрова обробка сигналів: навчальний посібник / В.М.Кичак, Г.Г. Бортник – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006.
4. Кузьмин І.В., Троцишин І.В., Кедрус В.А. Основи теорії інформації та кодування: Підручник для вузів. –Хмельницький.: ХНУ, 2009.
5. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Теорія електричного зв'язку: Підручник для ВНЗ за ред. В.К. Стеклова. – К.: Техніка, 2006. – 552 с.

Допоміжна література

1. Бортник Г.Г., Кичак В.М. Основи теорії передачі інформації: Навчальний посібник. – В.: ВДТУ, 2002.
2. Бортник Г.Г. Основи теорії передачі інформації. Лабораторний практикум. – В.: ВДТУ, 1999.
3. Жураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування: Підручник для вузів. – К.: Вища школа, 2001.
4. Теория электрической связи: учебник для вузов / [А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, В.И. Коржик, М.В. Назаров]; под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 1998. – 432 с.
5. Панфілов І.П. Теорія електричного зв'язку: підручник для вузів першого та другого рівнів акредитації / Панфілов І.П., Дирда В.Ю., Капацін А.В. – К.: Техніка, 1998. – 328 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК16- 2024
	Екземпляр № 1	Арк 15 / 15

- 6.Конахович Г.Ф. Системи радіозв'язку. Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2004– 311с. Режим доступу:<http://tks.nau.edu.ua/wp-content/uploads/2016/10/Konahovych-Georgij-Fylymonovych-Systemy-zvyazku.pdf>
- 7.Гусєв О.Ю. Теорія електричного зв'язку /О.Ю.Гусєв, Г.Ф.Конахович, В.І.Корнієнко, Г.В.Кузнецов, О.Ю.Пузиренко //Навчальний посібник.—Львів: Магнолія 2006, 2010. — 331 с.Режим доступу: <http://tks.nau.edu.ua/wp-content/uploads/2016/10/TEORIYA-ELEKTRYCHNOGO-ZVYAZKU.pdf>

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Пакет прикладних математичних програм Scilab, Режим доступу: <https://www.scilab.org>.
2. Освітній портал Житомирської політехніки, Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/>