

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.2/Б/ОК22 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 1

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
інформаційно-комп'ютерних  
технологій

31 08 2023 р.,

протокол № 5

Голова Вченої ради

 Тетяна НІКІТЧУК



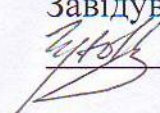
## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Електродинаміка та техніка НВЧ»

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

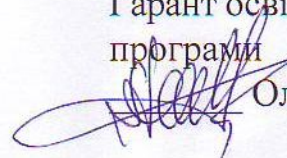
Схвалено на засіданні кафедри  
комп'ютерних технологій  
у медицині та телекомунікаціях

28 08 2023 р.,  
протокол № 7

Завідувач кафедри

 Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної  
програми

 Олександр АНДРЕЄВ

Розробник: к.т.н., завідувач кафедри комп'ютерних технологій  
у медицині та телекомунікаціях ЧУХОВ Владислав

Житомир  
2023 – 2024 н. р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.2/Б/ОК22 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 2

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 5	Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»	нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2	–
Загальна кількість годин - 150		Семестр	
		4	–
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 5 самостійної роботи – 4,4	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		32 год.	0 год.
		Практичні	
		16 год.	0 год.
		Лабораторні	
		32 год.	год.
		Самостійна робота	
70 год.	0 год.		
		Вид контролю: залік	

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

для денної форми навчання – 53 % аудиторних занять, 47 % 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- 05.01/172.00.2/Б/ОК22 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 3

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою навчальної дисципліни** є вивчення студентами основних положень класичної електродинаміки, основ теорії ліній передач (хвилеводів) та резонаторів, основних типів хвилеводних елементів та вузлів, методів їхнього електродинамічного описання та аналізу.

**Завданнями вивчення навчальної дисципліни** є:

розвиток у студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» навичок:

- застосовування знань у практичних ситуаціях;
- працювати в команді;
- навчання і оволодіння сучасними знаннями;
- здійснення безпечної діяльності.

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

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

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

**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.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю код спеціальності «Назва спеціальності»:

**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.

**ПРН6.** Вміння проектувати, в т.ч. схемотехнічно нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.2/Б/ОК22 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 4

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1. Основні поняття електродинаміки

##### Тема 1. Основні поняття та рівняння теорії електромагнітного поля.

Електромагнітне поле, система рівнянь Максвелла. Способи описання та класифікація середовищ. Поля на границях розподілу середовищ. Електромагнітне поле та перетворення енергії. Рівняння балансу енергії. Електромагнітне поле, гармонічне у часі: основні рівняння електродинаміки, баланс енергії при гармонічних коливаннях. Класи електромагнітних явищ. Фізичний зміст розв'язків задач електродинаміки.

#### Змістовий модуль 2. Основи техніки НВЧ

##### Тема 2. Лінії передач та резонатори

Лінії передач (хвилеводи): призначення, основні параметри та способи класифікації. Класифікація ліній передач НВЧ та НЗВЧ діапазонів. Основні позовжньо-однорідні лінії передач: прямокутний хвилевід, круглий хвилевід. Загальні властивості вільних коливань. Основні типи об'ємних резонаторів.

##### Тема 3. Хвилеводні вузли та елементи

Елементи хвилеводного тракту. Хвилеві матриці. Багатоплечеві вузли.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.2/Б/ОК22 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 5

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	лекції	практичні	лабораторні	самостійна робота
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Основні поняття електродинаміки</b>					
Тема 1. Основні поняття та рівняння теорії електромагнітного поля	79	16	12	16	35
<b><i>Разом за змістовий модуль 1</i></b>	<b><i>79</i></b>	<b><i>16</i></b>	<b><i>12</i></b>	<b><i>16</i></b>	<b><i>35</i></b>
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовий модуль 2. Основи техніки НВЧ</b>					
Тема 2. Лінії передач та резонатори	37	8	4	8	17
Тема 3. Хвилеводні вузли та елементи	34	8	0	8	18
<b><i>Разом за змістовий модуль 2</i></b>	<b><i>71</i></b>	<b><i>16</i></b>	<b><i>4</i></b>	<b><i>16</i></b>	<b><i>35</i></b>
<b>ВСЬОГО</b>	<b><i>150</i></b>	<b><i>32</i></b>	<b><i>16</i></b>	<b><i>32</i></b>	<b><i>70</i></b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.2/Б/ОК22 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 6

## 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма
1	Елементи векторного аналізу (частина 1)	2
2	Елементи векторного аналізу (частина 2)	2
3	Рівняння Максвелла (частина 1)	2
4	Рівняння Максвелла (частина 2)	2
5	Плоскі електромагнітні хвилі (частина 1)	2
6	Плоскі електромагнітні хвилі (частина 2)	2
7	Хвилеводи. (частина 1)	2
8	Хвилеводи. (частина 2)	2
РАЗОМ		16

## 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма
1	Хвилі ТЕМ у довгих лініях	4
2	Хвилі у хвилеводах	4
3	Дисперсія у лініях передачі	4
4	Електромагнітні хвилі у діелектриках	4
5	Неоднорідності у лінії передачі	4
6	Дослідження хвилеводних реактивних елементів	4
7	НВЧ атенуатори	4
8	Спрямовані відгалужувачі на хвилеводах	4
РАЗОМ		32

## 7. Завдання для самостійної роботи

### Тема 1. Основні поняття та рівняння теорії електромагнітного поля

- Опрацювання лекційного матеріалу
- Питання для самостійного вивчення у темі 1: вектор Герца [4]; зовнішні та внутрішні задачі електродинаміки [2]; плоскі хвилі при довільній орієнтації у просторі [2]; Закони Снеліуса [2]
- Підготовка до практичних занять №1 – 6.
- Підготовка до лабораторних робіт №1 – 4.
- Підготовка до КМР №1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.2/Б/ОК22 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 7

## **Тема 2. Лінії передач та резонатори**

1. Опрацювання лекційного матеріалу
2. Питання для самостійного вивчення у темі 2: спеціальні функції [2, 4]; П-та Н-подібні хвилеводи [2, 3, 4]; коаксіальна лінія [2, 3, 4].

## **Тема 3. Хвилеводні вузли та елементи**

1. Опрацювання лекційного матеріалу
2. Підготовка до практичних занять №7 – 8.
3. Підготовка до лабораторних робіт №5 – 8.
4. Підготовка до КМР №2.

## **8. Індивідуальні завдання**

Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів не передбачено навчальним планом.

## **9. Методи навчання**

Методами навчання під час викладання дисципліни є: вербальні (лекція, пояснення, розповідь, бесіда); наочні (спостереження, ілюстрація, демонстрація); практичні (різні види вправ та завдань, виконання розрахунків, практики); дослідницькі (на базі реального обладнання та за допомогою програм моделювання); пояснювально-ілюстративний, дискусійний метод.

## **10. Методи контролю**

Під час вивчення дисципліни застосовуються поточний, модульний контроль і підсумковий контроль знань студентів. Останній здійснюється у формі заліку.

Об'єктом оцінювання знань студентів є програмний матеріал дисципліни різного характеру і рівня складності, засвоєння якого відповідно перевіряється під час поточного контролю і на заліку. Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою.

*1. Поточний контроль.* У процесі поточного контролю здійснюється перевірка запам'ятовування та розуміння програмного матеріалу, набуття вміння і навичок конкретних розрахунків та обґрунтувань.

Об'єктами поточного контролю знань студента є:

- 1) систематичність та активність роботи на практичних заняттях;
- 2) виконання завдань для самостійного опрацювання;
- 3) виконання модульної роботи (контрольних занять);

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.2/Б/ОК22 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 8

4) завдання на практичні заняття.

При контролі систематичності та активності роботи на лекційних заняттях оцінці підлягають: рівень знань продемонстрований у письмових та усних відповідях на практичних заняттях, результати контролю.

При контролі виконання завдань для самостійного опрацювання оцінці підлягають: самостійне опрацювання тем у цілому чи окремих питань, проведення контрольних робіт.

При виконанні модульних (контрольних) завдань оцінці підлягають: тести, виконання письмових завдань під час проведення контрольних робіт, інші завдання.

### 2. Система підсумкового контролю

Формою підсумкового контролю з дисципліни є екзамен. Екзамен проводиться у письмовій формі. Студент має право отримати оцінку за результатами модульного контролю, якщо він виконав всі види навчальної роботи без порушення встановлених термінів і отримав позитивну (за національною шкалою) підсумкову оцінку.

Якщо студент отримав незадовільну оцінку або не згоден з оцінкою за результатами модульного контролю, він повинен скласти екзамен через тести.

### 3. Перелік залікових завдань

Теоретичні питання добираються з тематичного плану дисципліни, лекційного матеріалу, переліку питань для самостійного вивчення дисципліни, питань самостійної роботи студентів.

## 11. Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота (денна форма)			Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2		
T1	T2	T3	100
50	25	25	

## Шкала оцінювання

За шкалою	Залік	Бали
A	Зараховано	90-100
B	Зараховано	82-89
C		74-81
D		64-73
E	Зараховано	60-63
FX	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- 05.01/172.00.2/Б/ОК22 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 9

## 12. Рекомендована література

### *Основна література*

1. Чернишов П. М., Самсонов В. П., Чернишов М. П. Технічна електродинаміка. – Х.: Прапор, 2006. – 428 с.
2. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Ч. 1. Основи теорії електромагнітного поля: Підручник для студентів ВНЗ / В. М. Шокало, В. І. Правда, В. А. Усін, В. С. Вунтесмері, Д. В. Грецьких; під ред. В. М. Шокало та В. І. Правди. – Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2009. – 286 с.
3. Москалюк В. О., Саурова Т. А. Теорія поля / В. О. Москалюк, Т. А. Саурова. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 244 с.
4. Мелков Г. А., Прокопенко О. В. Вибрані розділи з курсу «Мікрохвильова електродинаміка та електроніка»: Навчальний посібник / Г. А. Мелков, О. В. Прокопенко. – К.: Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2013. – 226 с.
5. Tamer Bечerrawу Electromagnetism: Maxwell Equations, Wave Propagation and Emission. – John Wiley & Sons, Inc, 2012. – 562 p.

### *Допоміжна література*

1. Masud Chaichian, Ioan Merches, Daniel Radu, Anca Tureanu Electrodynamics: An Intensive Course. – Springer, 2016. – 675 p.
2. Bahl I. J. Lumped elements for RF and microwave circuits – Artech house, 2003. – 505 p.
3. Michael Steer Microwave and RF Design: transmission lines. Volume 2 – Third edition. – NC State University, 2019. – 304 p.
4. Захарія Й. А. Методи прикладної електродинаміки. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 352 с.

## 12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. [www.iec.ch](http://www.iec.ch) – Міжнародна електротехнічна комісія.
2. [www.itu.int](http://www.itu.int) – Міжнародний союз з телекомунікацій.
3. [www.cenelec.org](http://www.cenelec.org) – Європейський комітет стандартизації в області електротехніки.
4. [www.ied.org.ua](http://www.ied.org.ua) – Інститут електродинаміки Національної академії наук

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.2/Б/ОК22 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 10

України.

5. [www.ire.kharkov.ua](http://www.ire.kharkov.ua) – Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова.

6. [www.nbuv.gov.ua/](http://www.nbuv.gov.ua/) – Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського.

7. [www.lib.zt.ua/](http://www.lib.zt.ua/) – Житомирська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олега Ольжича.

8. [www.lib.ztu.edu.ua/](http://www.lib.ztu.edu.ua/) – бібліотека Житомирського державного технологічного університету.

9. [www.akoninc.com](http://www.akoninc.com) – AKON, Inc, електронні пристрої з цифровим керуванням для діапазону частот 0,5...40 ГГц.

10. [www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com) – компанія Mini-Circuits, ВЧ та НВЧ пристрої.

11. [www.flann.com](http://www.flann.com) – Flann Microwave, антени, НВЧ пристрої, тестове та вимірювальне обладнання для діапазону частот 2...170 ГГц.

12. [www.etiworld.com](http://www.etiworld.com) – Electromagnetic Technologies Industries (ET Industries), компоненти та системи ВЧ та НВЧ діапазонів.

13. [www.eclipsemicrowave.com](http://www.eclipsemicrowave.com) – Eclipse Microwave, Inc, НВЧ компоненти.

14. [www.ditom.com](http://www.ditom.com) – DiTom Microwave, феритові пристрої для діапазону частот 250 МГц... 40 ГГц.

15. [www.aml-microtec.com](http://www.aml-microtec.com) – AML Microtechnique Lorraine, НВЧ пристрої та виробу для бортової авіаційної та космічної апаратури.

16. [www.barryind.com](http://www.barryind.com) – Barry Industries, пасивні електронні компоненти.

17. [www.datadelay.com](http://www.datadelay.com) – Data Delay Devices, Inc. (DDD), лінії затримки, генератори, помножувачі частоти, фільтри.

18. [www.emifiltercompany.com](http://www.emifiltercompany.com) – EMI Filter Company, фільтри.

19. [www.ionbeammilling.com](http://www.ionbeammilling.com) – Ion Beam Milling, прецизійні радіочастотні елементи.

20. [www.ums-gaas.com](http://www.ums-gaas.com) – United Monolithic Semiconductors, ВЧ та НВЧ мікросхеми.

21. [www.rogerscorp.com](http://www.rogerscorp.com) – Rogers Corporation, радіоматеріали.

22. [www.semiconductorenclosures.com](http://www.semiconductorenclosures.com) – Semiconductor Enclosures, Inc. (SEI), корпуси для НВЧ та оптоелектронних пристроїв, керамічні підложки, кристали на підложці.

23. [www.precidip.com](http://www.precidip.com) – PRECI-DIP, контакти та з'єднувачі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.2/Б/ОК22 -2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 11 / 11</i>

24. [www.passiveplus.com](http://www.passiveplus.com) – Passive Plus Inc, НВЧ компоненти.

25. [www.coaxicom.com](http://www.coaxicom.com) – Coaxial Components Corporation (COAXICOM, коаксіальні радіочастотні компоненти.

26. [www.diamondantenna.com](http://www.diamondantenna.com) – Diamond Antenna & Microwave Corporation, обертові зчленування.

27. [www.megaphase.com](http://www.megaphase.com) – MegaPhase, НВЧ та оптичні кабелі і роз'єми

28. [www.microtech-inc.com](http://www.microtech-inc.com) – Microtech, Inc., хвилеводи, хвилеводні пристрої.

29. [www.ni-microwavecomponents.com](http://www.ni-microwavecomponents.com) – National Instruments, вимірювальна апаратура, радіочастотні компоненти та пристрої.

30. [www.signalhound.com](http://www.signalhound.com) – Test Equipment Plus, тестове обладнання.