

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/М/ОК12 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 1

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
інформаційно-комп'ютерних  
технологій



01 08 2023 р.,

протокол № 5

Голова Вченої ради

Тетяна НІКІТЧУК

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Мікрохвильові пристрої та технології»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 172 «Електронні комунікації 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

28 08 2023 р.,

протокол № 7

В. о. завідувача кафедри

Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної  
програми

Владислав ЧУХОВ

Розробник: к.т.н., в.о. завідувача 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- 05.01/172.00.1/М/ОК12 -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 3	Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»	Нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2	2
Загальна кількість годин - 90		Семестр	
		3	3
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 5 самостійної роботи – 10	Освітній ступінь «магістр»	Лекції	
		18 год.	6 год.
		Практичні	
		12 год.	4 год.
		Лабораторні	
		0 год.	0 год.
		Самостійна робота	
60 год.	80 год.		
Вид контролю: екзамен			

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

для денної форми навчання – 33 % аудиторних занять, 67 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 11 % аудиторних занять, 89 % 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/М/ОК12 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 3

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою навчальної дисципліни** є вивчення принципів використання, побудови, функціонування та основ розрахунку гібридних та монолітних інтегральних пристроїв мікрохвильового діапазону.

**Завданнями вивчення навчальної дисципліни** є:

– вивчення принципів та методів досліджень, проектування інтегральних пристроїв сучасних та перспективних телекомунікаційних і радіотехнічних систем;

– набуття вмінь аналізу напрямів перспективного розвитку і новітніх стандартів у сфері телекомунікацій та радіотехніки;

– вивчення основ імітаційного моделювання мікрохвильових пристроїв.

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

**ЗК2.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ЗК6.** Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

**СК2 (ФК2).** Здатність до реалізації принципів системного підходу при проведенні досліджень процесів, що протікають в телекомунікаційних і радіотехнічних системах, комплексах та пристроях.

**СК3 (ФК3).** Здатність обґрунтовано обирати та ефективно застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, а також технічні підходи для оптимізації телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів на всіх етапах їх життєвого циклу з метою отримання техніко-економічного виграшу.

**СК8 (ФК8).** Здатність розв'язувати складні професійні завдання і проблеми на основі застосування новітніх технологій передавання, приймання і обробки інформації.

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

**РН4 (ПРН4).** Знати і розуміти принципи та методи дослідження, проектування, модернізації, впровадження та експлуатації сучасних та перспективних телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів за напрямком професійної діяльності.

**РН7 (ПРН7).** Вміти аналізувати напрями перспективного розвитку і новітні стандарти у сфері телекомунікацій та радіотехніки.

**РН9 (ПРН9).** Володіти мовами програмування загального та спеціалізованого призначення, пакетами аналітичного та імітаційного моделювання, а також середовищами розробки програмного та/або апаратного забезпечення за напрямком професійної діяльності.

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/М/ОК12 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 4

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. Елементи мікрохвильових пристроїв**

##### **Модуль 1**

##### **Тема 1. Лінії передачі (ЛП) інтегральних схем (ІС) мікрохвильового діапазону**

Інтегральні схеми (ІС) та модулі мікрохвильових пристроїв: призначення, типи, компоненти. Основні ЛП гібридних інтегральних схем мікрохвильового діапазону, розрахунок їхніх параметрів.

##### **Тема 2. Елементи та вузли ІС мікрохвильового діапазону**

Індуктивності, ємності, резистори та узгоджені навантаження. Резонатори ІС. Пристрої збудження, переходи, короткозамикачі.

#### **Змістовий модуль 2. Інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону**

##### **Модуль 2**

##### **Тема 3. Інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону**

Спрямовані відгалужувачі та мости. Подільники та суматори потужності. Пристрої керування фазою та амплітудою сигналу.

##### **Тема 4. Активні інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону**

Автогенератори та підсилювачі мікрохвильового діапазону. Змішувачі.

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/М/ОК12 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 5

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

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	практичні	самостійна робота	усього	лекції	практичні	самостійна робота
<b>Модуль 1</b>								
<b>Змістовий модуль 1. Елементи мікрохвильових пристроїв</b>								
Тема 1. Лінії передач інтегральних схем мікрохвильового діапазону	18	4	2	12	15	1	2	12
Тема 2. Елементи та вузли інтегральних схем мікрохвильового діапазону	30	4	6	20	30	2	2	26
<i><b>Разом за змістовий модуль 1</b></i>	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>45</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>38</b>
<b>Модуль 2</b>								
<b>Змістовий модуль 2. Інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону</b>								
Тема 3. Інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону	26	6	4	16	19	1	0	18
Тема 4. Активні інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону	16	4	0	12	26	2	0	24
<i><b>Разом за змістовий модуль 2</b></i>	<b>42</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>28</b>	<b>45</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>42</b>
<b>ВСЬОГО</b>	<b>90</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>80</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК12 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 6

## 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Розрахунок хвильового опору МСЛ	2	2
2	Визначення основних параметрів мікрохвильових резисторів	2	0
3	Програма RFSim99: призначення, можливості, інтерфейс	2	0
4	Дослідження фільтра на зосереджених елементах у RFSim99 (частина 1)	2	2
5	Дослідження фільтра на зосереджених елементах у RFSim99 (частина 2)	2	0
6	Моделювання фільтра на елементах з розподіленими параметрами у RFSim99	2	0
РАЗОМ		12	4

## 6. Завдання для самостійної роботи

### Тема 1. Лінії передач інтегральних схем мікрохвильового діапазону

- Опрацювання лекційного матеріалу.
- Питання для самостійного вивчення у темі 1: щілинна та хвильоводно-щілинна лінії передач [1]; склад та будова мікрохвильових телерадіоінформаційних мереж [1].
- Підготовка до практичного заняття №1.

### Тема 2. Елементи та вузли інтегральних схем мікрохвильового діапазону

- Опрацювання лекційного матеріалу.
- Питання для самостійного вивчення у темі 2: фільтри НВЧ [1 – 3].
- Підготовка до практичних занять №2 – 4.

### Тема 3. Інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону

- Опрацювання лекційного матеріалу.
- Питання для самостійного вивчення у темі 3: подільники потужності на мостових пристроях [1, 2].
- Підготовка до практичних занять №5, 6.

### Тема 4. Активні інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону

- Опрацювання лекційного матеріалу.
- Питання для самостійного вивчення у темі 4: математична модель діода Гана [1].
- Підготовка до КМР №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/М/ОК12 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 7

## 7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів не передбачено навчальним планом.

## 8. 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.

## 9. Методи контролю

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

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.* В процесі поточного контролю здійснюється перевірка запам'ятовування та розуміння програмного матеріалу, набуття вміння і навичок конкретних розрахунків та обґрунтувань, набуття навичок практичної роботи.

Об'єктами поточного контролю знань студента є:

- 1) систематичність та активність роботи на практичних заняттях;
- 2) виконання завдань для самостійного опрацювання;
- 3) виконання модульних робіт (контрольних занять);
- 4) завдання на практичні заняття/

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

При контролі виконання завдань для самостійного опрацювання оцінці підлягають: самостійне опрацювання тем в 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.

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/М/ОК12 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 8

## 2. Система підсумкового контролю

Формою підсумкового контролю з дисципліни є екзамен. Залік 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 екзаменаційних завдань

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

## 10. Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота				Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		
T1	T2	T3	T4	100
25	30	25	20	

## Шкала оцінювання

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

## 11. Рекомендована література

### Основна література

1. Бондаренко І. М. Мікроелектроніка НВЧ. Ч. 1. Елементи та пристрої НВЧ-тракту: Навч. посібник для студентів ВНЗ. – Харків: ХНУРЕ. – 2017. – 152 с.

2. Michael Steer Microwave and RF Design: transmission lines. Volume 2 – Third edition. – NC State University, 2019. – 304 p.



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/М/ОК12 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 9

3. Samuel Y. Liao Microwave devices and circuits – Prentice hall, 2007. – 540 р.

### *Допоміжна література*

1. Захарія Й. А. Методи прикладної електродинаміки. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 352 с.

2. Wadell Brian Transmission line design handbook – Artech house, 1991. – 266 р.

### **12. Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. [www.ies.ch](http://www.ies.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. <http://www.rrt.ua/> – Концерн радіомовлення, радіозв'язку та телебачення.

5. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1208-2005-%D0%BF> – Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національної таблиці розподілу смуг радіочастот України» №1208 від 15 грудня 2005 р.

6. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1280-iv> – Закон України «Про телекомунікації» №1280-IV від 18 листопада 2003 р.

7. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/3759-12> – Закон України «Про телебачення і радіомовлення» № 3759-XII від 21 грудня 1993 р.

8. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1770-14> – Закон України «Про радіочастотний ресурс» №1770-III від 1 червня 2000 р.

10. <http://www.zeonbud.com.ua/> – ТОВ «Зеонбуд»

11. <https://www.rohde-schwarz.com> – компанія «Rohde & Schwarz», продукція бездротового зв'язку, контрольно-вимірювальне обладнання для радіовимірювань, телерадіомовлення ті мультимедіа, керування повітряним рухом, військовий радіозв'язок, кібербезпека та мережеві технології.

12. <http://kvantefir.com/> – НВП «Квант-Ефір», обладнання для телерадіомовлення

13. <https://www.kathrein.com/> – Kathrein, антени, антенна техніка

14. [www.schwarzbeck.com](http://www.schwarzbeck.com) – компанія «Schwarzbeck»

15. [www.ets-lindgren.com](http://www.ets-lindgren.com) – компанія «TS-Lindgren»

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/М/ОК12 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 10

16. [www.teseq.com](http://www.teseq.com) – компанія «Teseq»
17. [www.aaronia.de](http://www.aaronia.de) – компанія «Aaronia»
18. <https://tera.pro> – «ТЕРАПРО» ,обладнання для телерадіомовлення
19. <http://vigintos.com/> – «Vigintos Elektronika», обладнання для телерадіомовлення
20. [www.ied.org.ua](http://www.ied.org.ua) – Інститут електродинаміки Національної академії наук України.
21. [www.ire.kharkov.ua](http://www.ire.kharkov.ua) – Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова.
22. [www.nbuv.gov.ua/](http://www.nbuv.gov.ua/) – Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського.
23. [www.lib.zt.ua/](http://www.lib.zt.ua/) – Житомирська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олега Ольжича.
24. [www.lib.ztu.edu.ua/](http://www.lib.ztu.edu.ua/) – бібліотека Державного університету «Житомирська політехніка».
25. [www.akoninc.com](http://www.akoninc.com) – AKON, Inc, електронні пристрої з цифровим керуванням для діапазону частот 0,5...40 ГГц.
26. [www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com) – компанія Mini-Circuits, ВЧ та НВЧ пристрої.
27. [www.flann.com](http://www.flann.com) – Flann Microwave, антени, НВЧ пристрої, тестове та вимірювальне обладнання для діапазону частот 2...170 ГГц.
28. [www.etiworld.com](http://www.etiworld.com) – Electromagnetic Technologies Industries (ET Industries), компоненти та системи ВЧ та НВЧ діапазонів.
29. [www.eclipsemicrowave.com](http://www.eclipsemicrowave.com) – Eclipse Microwave, Inc , НВЧ компоненти.
30. [www.ditom.com](http://www.ditom.com) – DiTom Microwave, феритові пристрої для діапазону частот 250 МГц... 40 ГГц.
31. [www.aml-microtec.com](http://www.aml-microtec.com) – AML Microtechnique Lorraine, НВЧ пристрої та вироби для бортової авіаційної та космічної апаратури.
32. [www.barryind.com](http://www.barryind.com) – Barry Industries, пасивні електронні компоненти.
33. [www.datadelay.com](http://www.datadelay.com) – Data Delay Devices, Inc. (DDD), лінії затримки, генератори, помножувачі частоти, фільтри.
34. [www.emifiltercompany.com](http://www.emifiltercompany.com) – EMI Filter Company, фільтри.
35. [www.ionbeammilling.com](http://www.ionbeammilling.com) – Ion Beam Milling, прецизійні радіочастотні елементи.

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/М/ОК12 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 11

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

47. <https://romsat.ua/> – «ROMSAT» – українська компанія, яка спеціалізується на комплексних поставках обладнання систем телебачення та телекомунікації.

48. <https://www.amos-spaces.com> – Spacesom, оператор супутникових послуг.

49. <https://www.ses.com> – SES, оператор супутникових послуг.