

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/ВК2.3 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
інформаційно-комп'ютерних
технологій

31 08 2023 р.,

протокол № 5

Слова Вченої ради

 Тетяна НІКІТЧУК



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Гібридні та монолітні інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону»

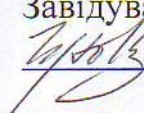
для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»
спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»
освітньо-професійна програма «Телекомунікації та радіотехніка»
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
кафедра комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

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

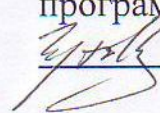
28 08 2023 р.,

протокол № 7

Завідувач кафедри

 Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної
програми

 Владислав ЧУХОВ

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- 05.01/172.00.1/М/ВК2.3 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 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, автоматизація та електронні комунікації»	Вибіркова	
Модулів – 1	Спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1	1
Загальна кількість годин - 150		Семестр	
		2	2
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 3 самостійної роботи – 6,4	Освітній ступінь «магістр»	Лекції	
		16 год.	8 год.
		Практичні	
		32 год.	6 год.
		Лабораторні	
		0 год.	0 год.
		Самостійна робота	
102 год.	136 год.		
Вид контролю: екзамен			

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

для денної форми навчання – 32 % аудиторних занять, 68 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 9 % аудиторних занять, 91 % 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/ВК2.3 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 3

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є вивчення принципів 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 «Електронні комунікації та радіотехніка»:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

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.

СК7 (ФК7). Здатність працювати з науково-технічною літературою та іншими джерелами інформації.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за 172 «Електронні комунікації 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.

РН9 (ПРН9). Володіти мовами програмування загального та спеціалізованого призначення, пакетами аналітичного та імітаційного

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/ВК2.3 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 4

моделювання, а також середовищами розробки програмного та/або апаратного забезпечення за напрямком професійної діяльності.

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/ВК2.3 -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
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. Елементи мікрохвильових пристроїв								
Тема 1. Лінії передач інтегральних схем мікрохвильового діапазону	32	4	6	22	32	2	2	28
Тема 2. Елементи та вузли інтегральних схем мікрохвильового діапазону	32	4	6	22	32	2	2	28
<i>Разом за змістовий модуль 1</i>	64	8	12	44	64	4	4	56
Модуль 2								
Змістовий модуль 2. Інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону								
Тема 3. Інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону	58	4	20	34	48	2	2	44
Тема 4. Активні інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону	28	4	0	24	38	2	0	36
<i>Разом за змістовий модуль 2</i>	86	8	24	58	86	4	2	80
ВСЬОГО	150	16	32	102	150	8	6	136

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/ВК2.3 -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	Розрахунок хвильового опору копланарної лінії передач	2	0
3	Визначення основних параметрів мікрохвильових резисторів	2	2
4	Програма RFSim99: призначення, можливості, інтерфейс	2	0
5	Дослідження атенуаторів на зосереджених елементах	4	0
6	Дослідження фільтра на зосереджених елементах (частина 1)	4	0
7	Дослідження фільтра на зосереджених елементах (частина 2)	4	0
8	Моделювання фільтра на елементах з розподіленими параметрами у RFSim99	4	0
9	Дослідження спрямованого відгалужувача на зосереджених елементах	4	0
10	Дослідження спрямованого відгалужувача на інтегральних ЛП	4	2
РАЗОМ		32	6

6. Завдання для самостійної роботи

Тема 1. Лінії передач інтегральних схем мікрохвильового діапазону

- Опрацювання лекційного матеріалу.
- Питання для самостійного вивчення у темі 1: щільна та хвильоводно-щільна 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 [2, 4, 6].
- 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 [2, 4, 6].
- Підготовка до практичних занять №5, 6.

Тема 4. Активні інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону

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/ВК2.3 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 7

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 4: математична модель діода Гана [2, 4].
3. Підготовка до КМР №2.

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 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 модульних робіт (контрольних занять).

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.

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/ВК2.3 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 8

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 залік. 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 залік 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.

10. Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота				Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		
T1	T2	T3	T4	100
19	19	32	32	

Шкала оцінювання

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

11. Рекомендована література

Основна література

1. 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/ВК2.3 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 9

2. Bahl I. J. Lumped elements for RF and microwave circuits – Artech house, 2003. – 505 p.
3. Reinmut K. Hoffman Handbook of microwave integrated circuits – Artech house, 1987. – 265 p.
4. Ingo Wolff Coplanar microwave integrated circuits – John Wiley & sons, 2006. – 558 p.
5. Samuel Y. Liao Microwave devices and circuits – Prentice hall, 2007. – 540 p.
6. Kyohei Fujimoto Mobile Antenna Systems Handbook – Third edition. – Artech House inc, 2008. – 790 p.
7. Kin-Lu Wong Compact and Broadband Microstrip Antennas John Wiley & Sons, Inc, 2002. – 340 p.

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 p.

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. www.ies.ch – Міжнародна електротехнічна комісія.
2. www.itu.int – Міжнародний союз з телекомунікацій.
3. www.cenelec.org – Європейський комітет стандартизації в області електротехніки.
4. <http://www.rtt.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-ХІІ 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»

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/ВК2.3 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 10

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 – компанія «Schwarzbeck»

15. www.ets-lindgren.com – компанія «TS-Lindgren»

16. www.teseq.com – компанія «Teseq»

17. 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 – Інститут електродинаміки Національної академії наук України.

21. www.ire.kharkov.ua – Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова.

22. www.nbuv.gov.ua/ – Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського.

23. www.lib.zt.ua/ – Житомирська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олега Ольжича.

24. www.lib.ztu.edu.ua/ – бібліотека Державного університету «Житомирська політехніка».

25. www.akoninc.com – AKON, Inc, електронні пристрої з цифровим керуванням для діапазону частот 0,5...40 ГГц.

26. www.minicircuits.com – компанія Mini-Circuits, ВЧ та НВЧ пристрої.

27. www.flann.com – Flann Microwave, антени, НВЧ пристрої, тестове та вимірювальне обладнання для діапазону частот 2...170 ГГц.

28. www.etiworld.com – Electromagnetic Technologies Industries (ET Industries), компоненти та системи ВЧ та НВЧ діапазонів.

29. www.eclipsemicrowave.com – Eclipse Microwave, Inc, НВЧ компоненти.

30. www.ditom.com – DiTom Microwave, феритові пристрої для діапазону частот 250 МГц... 40 ГГц.

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/ВК2.3 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 11

31. www.aml-microtec.com – AML Microtechnique Lorraine, НВЧ пристрої та виробы для бортової авіаційної та космічної апаратури.
32. www.barryind.com – Barry Industries, пасивні електронні компоненти.
33. www.datadelay.com – Data Delay Devices, Inc. (DDD), лінії затримки, генератори, помножувачі частоти, фільтри.
34. www.emifiltercompany.com – EMI Filter Company, фільтри.
35. www.ionbeammilling.com – Ion Beam Milling, прецизійні радіочастотні елементи.
36. www.ums-gaas.com – United Monolithic Semiconductors, ВЧ та НВЧ мікросхеми.
37. www.rogerscorp.com – Rogers Corporation, радіоматеріали.
38. www.semiconductorenclosures.com – Semiconductor Enclosures, Inc. (SEI), корпуси для НВЧ та оптоелектронних пристроїв, керамічні підложки, кристали на підложці.
39. www.precidip.com – PRECI-DIP, контакти та з'єднувачі.
40. www.passiveplus.com – Passive Plus Inc, НВЧ компоненти.
41. www.coaxicom.com – Coaxial Components Corporation (COAXICOM, коаксіальні радіочастотні компоненти.
42. www.diamondantenna.com – Diamond Antenna & Microwave Corporation, обертові зчленування.
43. www.megaphase.com – MegaPhase, НВЧ та оптичні кабелі і роз'єми
44. www.microtech-inc.com – Microtech, Inc., хвилеводи, хвилеводні пристрої.
45. www.ni-microwavcomponents.com – National Instruments, вимірювальна апаратура, радіочастотні компоненти та пристрої.
46. 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-spacesom.com> – Spacesom, оператор супутникових послуг.
49. <https://www.ses.com> – SES, оператор супутникових послуг.