ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
інформаційно-комп'ютерних
технологій
28 вересня 2022 р.,
протокол № 2

Голова Вченої ради
Тетяна НІКІТЧУК

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Мікрохвильові пристрої та технології»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»
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
27 09 2022 р.,
протокол № 9

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
2022 – 2023 н. р.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів 3</td><td>Галузь знань
17 «Електроніка та телекомунікації»</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="4">Спеціальність
172 «Телекомунікації та радіотехніка»</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>2022</td><td>2022</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин - 90</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>3</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних 30
самостійної роботи – 60</td><td rowspan="11">Освітній ступінь «магістр»</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>18 год.</td><td>0 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>12 год.</td><td>0 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>0 год.</td><td>0 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>60 год.</td><td>0 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: екзамен</td></tr>
</table>

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 – 0 % аудиторних занять, 0 % самостійної та індивідуальної роботи.

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 «Телекомунікації 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.

ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

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

ЗК10. Здатність розробляти проекти та управляти ними, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

СК1 (ФК1). Знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та методології наукових досліджень.

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.

СК4 (ФК4). Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення задач забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускної здатності телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

СК5 (ФК5). Здатність розробляти, вдосконалювати та використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв (засобів, систем, комплексів).

СК6 (ФК6). Здатність здійснювати діяльність з розробки охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності (патенти на винахід та/або корисну модель), дотримуватися правових і етичних норм з питань інтелектуальної власності.

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

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.

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 мікрохвилевого 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.

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	18	4	2	12	0	0	0	0
Тема 2. Елементи та вузли інтегральних схем мікрохвильового діапазону	30	4	6	20	0	0	0	0
Разом за змістовий модуль 1	***48***	***8***	***8***	***32***	***0***	***0***	***0***	***0***
Змістовий модуль 2. Інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону								
Тема 4. Інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону	26	6	4	16	0	0	0	0
Тема 5. Активні інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону	16	4	0	12	0	0	0	0
Разом за змістовий модуль 2	***42***	***10***	***4***	***28***	***0***	***0***	***0***	***0***
ВСЬОГО	***90***	***18***	***12***	***60***	***0***	***0***	***0***	***0***

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Розрахунок хвилевого опору МСЛ	2	0
2	Визначення основних параметрів мікрохвилевих резисторів	2	0
3	Програма RFSim99: призначення, можливості, інтерфейс	2	0
4	Дослідження фільтра на зосереджених елементах у RFSim99 (частина 1)	2	0
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	0

6. Завдання для самостійної роботи

Тема 1. Лінії передач інтегральних схем мікрохвильового діапазону

1. Опрацювання лекційного матеріалу.

2. Питання для самостійного вивчення у темі 1: щілинна та хвилеводно-щілинна лінії передач [1]; склад та будова мікрохвильових телерадіоінформаційних мереж [1].

3. Підготовка до практичного заняття №1.

Тема 2. Елементи та вузли інтегральних схем мікрохвильового діапазону

1. Опрацювання лекційного матеріалу.

2. Питання для самостійного вивчення у темі 2: фільтри НВЧ [2, 4, 6].

3. Підготовка до практичних занять №2 – 4.

Тема 3. Інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону

1. Опрацювання лекційного матеріалу.

2. Питання для самостійного вивчення у темі 3: подільники потужності на мостових пристроях [2, 4, 6].

3. Підготовка до практичних занять №5, 6.

Тема 4. Активні інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону

1. Опрацювання лекційного матеріалу.

2. Питання для самостійного вивчення у темі 4: математична модель діода Гана [2, 4].

3. Підготовка до КМР №1.

7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів не передбачено навчальним планом.

8. Методи навчання

Методами навчання під час викладання дисципліни є: лекції (теорія), практичні заняття, самостійна робота, консультації.

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 екзамені. 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).

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.

2. Система підсумкового контролю

Формою підсумкового контролю з дисципліни є екзамен. Залік проводиться в усній 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.

3. Перелік екзаменаційних завдань

Теоретичні питання, наведені у білетах, 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				
Т1	Т2	Т3	Т4	100
25	30	25	20	

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

11. Рекомендована література

Основна література

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

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 Microvawe 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.iec.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.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 21грудня 1993 р.

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

31. www.aml-microtec.com – AML Microtechnique Lorraine, НВЧ пристрої та вироби 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-microwavecomponents.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-spacecom.com – Spacecom, оператор супутникових послуг.

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