

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/ВК7.2- 2022
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 16 / 1</i>

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «__» _____ 20__ р.
№__

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Антенна техніка телекомунікаційних мереж»

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

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри
комп'ютерних технологій
у медицині та телекомунікаціях
«27» вересня 2022 р.,
протокол №9

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

Житомир
2022 р.

Чухов В. В. Методичні рекомендації для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Антенна техніка телекомунікаційних мереж» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітньо-професійні програми «Телекомунікації та радіотехніка», «Інформаційні відеосистеми та системи контролю доступу» – Житомир: Житомирська політехніка, 2022.– 20 с.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Антенна техніка телекомунікаційних систем» є вивчення студентами основних положень антенної техніки у контексті телекомунікаційних і радіотехнічних систем.

Завданнями вивчення дисципліни «Антенна техніка телекомунікаційних систем» є:

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

– спілкування з професіоналами в області телекомунікацій та радіотехніки та розуміти їхні вимоги до технічних продуктів і послуг;

– надання рекомендацій щодо вибору обладнання для проведення діагностики та проектування.

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

ФК7. Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв та систем.

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

ПРН5. Вміти спілкуватися з професіоналами в області телекомунікацій та радіотехніки та розуміти їхні вимоги до технічних продуктів і послуг.

ПРН10. Надавати рекомендації щодо вибору обладнання для проведення діагностики та проектування.

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Одинарні антени

Тема 1. Антенні системи ТК систем та їхнє призначення.

Призначення та класифікація антен. Огляд типів антен. Параметри та характеристики антен. Антенні системи базової станції. Антени абонентського терміналу.

Тема 2. Дротові антени

Електромагнітне поле симетричного вібратора, постановка задачі про випромінювання дротової антени. Симетричний електричний вібратор: розподіл струму та заряду, ДН, коефіцієнт спрямованої дії (КСД) та опір випромінювання. Основні типи дротових антен.

Тема 3. Апертурні антени

Загальні відомості про апертурні антени. Хвилеводні випромінювачі. Рупорні антени. Дзеркальні антени.

Змістовий модуль 2. Антенні решітки

Тема 3. Антенні решітки

Лінійні випромінюючі системи. Рівномірні лінійні решітки. Випромінювання лінійно-неперервної системи випромінювачів. ДН лінійної системи випромінювачів. КСД лінійної рівномірної решітки, аналіз множника напрямленості.

3. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Освітньо-професійна програма

«Телекомунікації та радіотехніка»

Денна форма навчання

Змістові модулі і теми	Кількість годин				
	Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Одинарні антени					
Тема 1. Антенні системи ТК систем та їхнє призначення	15	4	4	0	7
Тема 2. Дротові антени	22	10	4	0	8
Тема 3. Апертурні антени	30	12	6	0	12
Разом змістовий модуль 1	67	26	14	0	27
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Антенні решітки					
Тема 4. Лінії передач та резонатори	23	6	2	0	15
Разом змістовий модуль 2	23	6	2	0	15
ВСЬОГО	90	32	16	0	42

Освітньо-професійна програма
«Телекомунікації та радіотехніка»

Заочна форма навчання

Змістові модулі і теми	Кількість годин				
	Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Одинарні антени					
Тема 1. Антенні системи ТК систем та їхнє призначення	15	1	2	0	12
Тема 2. Дротові антени	29	1	2	0	26
Тема 3. Апертурні антени	34	2	0	0	32
Разом змістовий модуль 1	78	4	4	0	70
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Антенні решітки					
Тема 4. Лнії передач та резонатори	12	2	0	0	10
Разом змістовний модуль 2	12	2	0	0	10
ВСЬОГО	90	6	4	0	80

Освітньо-професійна програма
«Інформаційні відеосистемита системи контролю доступу»

Денна форма навчання

Змістові модулі і теми	Кількість годин				
	Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Одинарні антени					
Тема 1. Антенні системи ТК систем та їхнє призначення	15	4	4	0	7
Тема 2. Дротові антени	22	10	4	0	8
Тема 3. Апертурні антени	30	12	6	0	12
<i>Разом змістовий модуль 1</i>	<i>67</i>	<i>26</i>	<i>14</i>	<i>0</i>	<i>27</i>
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Антенні решітки					
Тема 4. Лінії передач та резонатори	23	6	2	0	15
<i>Разом змістовний модуль 2</i>	<i>23</i>	<i>6</i>	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>15</i>
<i>ВСЬОГО</i>	<i>90</i>	<i>32</i>	<i>16</i>	<i>0</i>	<i>42</i>

4. Теми практичних занять

Освітньо-професійна програма

«Телекомунікації та радіотехніка»

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Нормовані опори та провідності	2	2
2	Складання та настроювання антенно-фідерної системи і цифрового ефірного приймача стандарту DVB T2	2	0
3	Розрахунок діаграми напрямленості симетричного вібратора у вільному просторі	2	0
4	Розрахунок основних типів дротових антен	2	2
5	Розрахунок конструкційних розмірів рупорної антени	2	0
6	Розрахунок дзеркальної антени (частина 1)	2	0
7	Розрахунок дзеркальної антени (частина 2)	2	0
8	Випромінювання рівномірної лінійної решітки вібраторів	2	0
Разом		16	4

Освітньо-професійна програма

«Інформаційні відеосистемита системи контролю доступу»

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Нормовані опори та провідності	2	0
2	Складання та налаштування антенно-фідерної системи і цифрового ефірного приймача стандарту DVB T2	2	0
3	Розрахунок діаграми напрямленості симетричного вібратора у вільному просторі	2	0
4	Розрахунок основних типів дротових антен	2	0
5	Розрахунок конструкційних розмірів рупорної антени	2	0
6	Розрахунок дзеркальної антени (частина 1)	2	0
7	Розрахунок дзеркальної антени (частина 2)	2	0
8	Випромінювання рівномірної лінійної решітки вібраторів	2	0
Разом		16	0

5. Завдання для самостійної роботи

Тема 1. Антенні системи ТК систем та їхнє призначення

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 1: щільні антени, антени з обертовою поляризацією [2].
3. Підготовка до практичних занять №1, 2.

Тема 2. Дротові антени

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 2: вплив екрану на електромагнітне поле вібратора [2, 3].
3. Підготовка до практичних занять №3, 4.

Тема 3. Апертурні антени

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 3: опромінювані рефлекторних антен [2, 3]; лінзові антени [2, 3].
3. Підготовка до практичних занять №5 – 7.
4. Підготовка до КМР №1.

Тема 4. Антенні решітки

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 4: КСД рівномірних синфазних решіток [2, 4].
3. Підготовка до практичного заняття №8.
4. Підготовка до КМР №2.

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів не передбачено навчальним планом.

7. Методи навчання

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

8. 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. 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:
систематичність та активність роботи на практичних заняттях;

виконання завдань для самостійного опрацювання;
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 залік. 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 залік.

3. Перелік залікових завдань

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

9. Схема нарахування балів

Загальна кількість балів за якими оцінюється вся поточна робота розподіляється між об'єктами контролю таким чином (освітньо-професійна програма «Телекомунікації та радіотехніка», денна форма навчання):

- | | |
|---|------------|
| - 2 письмові контрольні модульні роботи | 52 бали; |
| - робота під час 8 практичних занять | 48 балів; |
| Разом | 100 балів. |

Загальна кількість балів за якими оцінюється вся поточна робота розподіляється між об'єктами контролю таким чином (освітньо-професійна програма «Телекомунікації та радіотехніка», заочна форма навчання):

- | | |
|--|------------|
| - одна письмова контрольна модульна робота | 64 бали; |
| - робота під час 2 практичних занять | 36 балів; |
| - Разом | 100 балів. |

Загальна кількість балів за якими оцінюється вся поточна робота розподіляється між об'єктами контролю таким чином (освітньо-професійна програма «Інформаційні відеосистемита системи контролю доступу», денна форма навчання):

- | | |
|---|----------|
| - 2 письмові контрольні модульні роботи | 52 бали; |
|---|----------|

- робота під час 8 практичних занять 48 балів;
- Разом 100 балів.

Мінімум балів при яких студент допускається до заліку – 50 балів.

Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота				Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2	
T1	T2	T3	T4	100
21	21	22	36	

Підсумкову оцінку студент отримує за загальною сумою балів згідно таблиці:

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

Основна література

1. Constantine A. Balanis Antenna theory: analysis and design – Fourth edition. – John Wiley & Sons, Inc, 2016. – 1095 p.
2. Robert J. Mailloux Phased Array Antenna Handbook – Second edition. – Artech House inc, 2005. – 515 p.
3. Kyohei Fujimoto Mobile Antenna Systems Handbook – Third edition. – Artech House inc, 2008. – 790 p.
4. Zhi Ning Chen, Kwai-Man Luk Antennas for Base stations in wireless Communications. – The McGraw-Hill Companies, 2009. – 399 p.
5. The Electrical Engineering And Applied Signal Processing Series: MIMO System Technology For Wireless Communications / Edited by Alexander Poularikas. – Taylor & Francis Group, 2006. – 395 p.
6. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Ч. 2. Випромінювання та поширення радіохвиль 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. – 436 с.

Допоміжна література

1. Манойлов В. П. Ширококутні рупорні антени зі складною формою поперечного перерізу / В. П. Манойлов, В. В. Павлюк, Р. Л. Ставісюк. – Житомир: ФОП О. О. Євенок, 2016. – 212 с.
2. Захарія Й. А. Методи прикладної електродинаміки. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 352 с.

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.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-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. <http://www.rohde-schwarz.com> – компанія «Rohde & Schwarz», продукція бездротового зв'язку, контрольнo-вимірювальне обладнання для радіовимірювань, телерадіомовлення ті мультимедіа, керування повітряним рухом, 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-spacocom.com> – Spacocom, оператор супутникових послуг.

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

