

<b>ЖДТУ</b>	<b>Міністерство освіти і науки України Житомирський державний технологічний університет</b>
-------------	---

Затверджено  
науково-методичною радою ЖДТУ  
протокол від «\_\_»\_\_\_\_\_ 20\_\_ р. №\_\_

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
для самостійної роботи студентів  
з навчальної дисципліни  
**«ОСНОВИ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ»**

для студентів освітнього рівня «бакалавр»  
спеціальностей 163 «Біомедична інженерія»,  
172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
освітньо-професійних програм «Біомедична інженерія»,  
«Телекомунікації та радіотехніка»  
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій  
кафедра біомедичної інженерії та телекомунікацій

Розглянуто і рекомендовано  
на засіданні кафедри  
біомедичної інженерії та  
телекомунікацій  
протокол від «28» серпня 2018 р. № 1

Розробник: к.т.н., доц., доцент Чухов В. В.

Житомир  
2018 – 2019 н. р.

Чухов В. В. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни «Основи електродинаміки» для студентів спеціальностей 163 «Біомедична інженерія», 172 «Телекомунікації та радіотехніка» – Житомир: ЖДТУ, 2018.– 11 с.

## **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою дисципліни** «Основи електродинаміки» 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 дисципліни** «Основи електродинаміки» є:

розвиток у студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» навичок:

- застосовування знання основ математики, фізики, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, основи рідин, електроніки, інформатики, аналізу сигналів, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень;

- формулювання висновків щодо отриманих даних;

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

- спілкування з професіоналами в області телекомунікацій та радіотехніки та розуміння їхніх вимог до технічних продуктів і послуг;

- здійснення інженерного супроводу і технічного обслуговування при експлуатації лабораторно-аналітичної техніки, діагностичних комплексів та систем, проводити обробку діагностичної інформації, здійснювати сервісне обслуговування та оформляти типову документацію за видами робіт із урахуванням Європейських директив стосовно телекомунікаційної та радіотехніки;

- використання систем автоматизованого проектування для розробки телекомунікаційних та радіотехнічних приладів та систем.

Результатом вивчення дисципліни є:

набуття студентами спеціальності 163 «Біомедична інженерія» таких **компетенцій**:

– здатність сприймати, розуміти, узагальнювати, зберігати та застосовувати отримані знання;

– знання та розуміння предметної області професійної діяльності.

– здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності);

– здатність планувати, проектувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати і підтримувати прилади, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації;

– здатність застосовувати базові знання з комп'ютерного програмного забезпечення для автоматизованого проектування медичних приладів та систем;

набуття студентами спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» таких **компетенцій**:

– здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів.

## **2. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1**

#### **Основні поняття та рівняння теорії електромагнітного поля.**

Електромагнітне поле, система рівнянь Максвела. 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.

## **Модуль 2**

### **Лінії передач та резонатори.**

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

### **Хвилеводні вузли та елементи.**

Елементи хвилеводного тракту. Хвилеві матриці. Багатоплечеві вузли.

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

Кредитні модулі	Змістовні модулі	Кількість годин				
		Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота
№1, 2	<b>Модуль 1</b>					
	Тема 1. Основні поняття та рівняння теорії електромагнітного поля	76	16	12	8	40
	<b>Разом змістовий модуль 1</b>	<b>76</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>40</b>
№3, 4, 5	<b>Модуль 2</b>					
	Тема 2. Лінії передач та резонатори	42	8	4	4	26
	Тема 3. Хвилеводні вузли та елементи	32	8	0	4	20
	<b>Разом змістовний модуль 2</b>	<b>74</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>46</b>
<b>ВСЬОГО</b>		<b>150</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>86</b>

### 4. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин
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
	Плоскі електромагнітні хвилі. Частина 1	2
	Плоскі електромагнітні хвилі. Частина 2	2
	Хвилеводи. Частина 1	2
	Хвилеводи. Частина 2	2
<b>Разом</b>		<b>16</b>

## 5. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	Хвилі у хвильоводах	4
2	Дисперсія у лініях передачі	4
3	Неоднорідності у лінії передачі	4
4	Дослідження хвильоводних реактивних елементів	4
Разом		16

## 6. Завдання для самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Опрацювання лекційного матеріалу	15
2	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]	7
3	Підготовка до практичних занять №1-6	10
4	Підготовка до КМР №1	5
5	Тема 2. Опрацювання лекційного матеріалу	9
6	Питання для самостійного вивчення у темі 2: Спеціальні функції [2, 4]. П- та Н-подібні хвильоводи [2, 3, 4]. Коаксіальна лінія [2, 3, 4].	6
7	Тема 3. Опрацювання лекційного матеріалу	15
8	Підготовка до практичних занять №7-8	3
9	Підготовка до лабораторних робіт №1-3	9
10	Підготовка до КМР №2	5
11	Підготовка до лабораторної роботи №4	2

Разом	86
-------	----

### 7. Схема нарахування балів

Загальна кількість балів за якими оцінюється вся поточна робота розподіляється між об'єктами контролю таким чином:

- виконання та захист звітів з 4 лабораторних робіт 32 бали;
- 2 письмові контрольні модульні роботи 30 балів;
- робота під час 8 практичних занять 32 бали;
- відвідування лекційних занять 6 балів;
- Разом 100 балів.

Мінімум балів при яких студент допускається до заліку – 60 балів.

Підсумкову оцінку студент отримує за загальною сумою балів згідно таблиці:

Сума балів	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
74 – 81	C	
64 – 73	D	задовільно
60 – 63	E	
35 – 59	FX	незадовільно
1 – 34	F	

### Основна література

1. Чернишов П. М., Самсонов В. П., Чернишов М. П. Технічна електродинаміка. – Х.: Прапор, 2006. – 428 с.



2. Никольский В. В., Никольская Т. И. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Наука, 1989. – 544 с.

3. Гольдштейн Л. Д., Зернов Н. В. Электромагнитные поля и волны. – М.: Сов. радио, 1971. – 664 с.

4. Марков Г. Т., Петров Б. М., Грудинская Г. П. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Сов. радио, 1979. – 375 с.

### *Допоміжна література*

1. Нарытник Т. Н., Бабак В. П., Ильченко М. Е., Кравчук С. А. Микроволновые технологии в телекоммуникационных системах. – К.: Техніка, 2000. – 304 с.

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

### *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 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 вироби 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.
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.