

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до СРС з дисципліни**

**"ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ТЕХНІКА НВЧ"**

ОДЕСА - 2012

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до СРС з дисципліни

**"ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ТЕХНІКА НВЧ"**

" Затверджено"  
методичною комісією факультету КН  
протокол № 4 від 14.11.12 2012 р.

ОДЕСА - 2012

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до СРС з дисципліни**

**"ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ТЕХНІКА НВЧ"**

для студентів денної форми навчання

спеціальності "Метеорологія"

спеціалізації "Технічні системи гідрометеорологічного моніторингу"

"Затверджено"

на засіданні методичної комісії  
факультету комп'ютерних наук  
протокол №\_\_ від \_\_\_\_\_ 2012 р.  
Голова комісії

\_\_\_\_\_ Коваленко Л.Б.

"Узгоджено"

Декан гідрометеорологічного  
інституту

\_\_\_\_\_ Овчарук В.А.

"Затверджено"

на засіданні кафедри АСМНС  
протокол №\_\_ від \_\_\_\_\_ 2012 р.  
В.О. зав. каф. АСМНС

\_\_\_\_\_ Перелигін Б.В.

Методичні вказівки до СРС з дисципліни «Електродинаміка та техніка НВЧ» для студентів денної форми навчання зі спеціальності "Метеорологія", спеціалізації "Технічні системи гідрометеорологічного моніторингу".

Укладач: Лімонов О.С., к.т.н., доцент – Одеса, ОДЕКУ, 2012 р. - 18 с.

## ЗМІСТ

	стор.
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	4
1.1 Передмова .....	4
1.2 Зміст дисципліни "Електродинаміка та техніка НВЧ" .....	5
1.3 Перелік знань та вмінь .....	6
1.4 Організація навчального процесу студентів .....	7
2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ .....	7
2.1 Рекомендації до вивчення теоретичного матеріалу .....	7
2.2 Рекомендації до вивчення 1-ої теми "Рівняння електромагнітного поля" .....	7
2.3 Рекомендації до вивчення 2-ої теми "Плоскі електромагнітні хвилі" .....	9
2.4 Рекомендації до вивчення 3-ої теми "Направлені системи".....	10
2.5 Рекомендації до вивчення 4-ої теми "Вібраторні та щілинні антени" .....	12
2.6 Рекомендації до вивчення 5-ої теми "Антени надвисоких частот" .....	13
2.7 Рекомендації до вивчення 6-ої теми "Поширення радіохвиль" ..	15
ЛІТЕРАТУРА .....	17

## 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Дисципліна „Електродинаміка та техніка НВЧ” належить до циклу професійно-орієнтованих дисциплін підготовки бакалаврів за напрямом Гідрометеорологія, шифр 6.040105, спеціальності "Метеорологія", спеціалізації “Технічні системи гідрометеорологічного моніторингу” і відноситься до циклу професійної та практичної підготовки (цикл В).

Мета дисципліни – підготовка фахівців-гідрометеорології в галузі радіометеорологічного та радіолокаційного забезпечення гідрометеорологічних спостережень навколишнього середовища.

Завдання дисципліни полягає у засвоєнні методів аналізу електричних, магнітних та радіоелектронних кіл, основ спектрального аналізу сигналів.

Загальний обсяг навчального часу, за 7 та 8 семестр що припадає на вивчення дисципліни, складає 359 годин, з них: лекцій – 109, практичних занять – 62, самостійної роботи студентів – 188.

Дисципліна „Електродинаміка та техніка НВЧ” забезпечує засвоєння сучасних засобів радіометеорології та метеорологічної радіолокації.

Дисципліна „Електродинаміка та техніка НВЧ” базується на вивченні таких дисциплін, як „Фізика”, „Вища математика”, „Радіотехніка та електрорадіовимірювання”.

Мета методичних вказівок – дати студентам можливість самостійно вивчити теоретичний матеріал і підготуватися до проведення практичних занять.

Рекомендації по вивченню теоретичного матеріалу та виконання практичних робіт є в матеріалах по вивченню кожного розділу дисципліни „Електродинаміка та техніка НВЧ”.

Знання закріплюються та перевіряються за допомогою контрольних запитань до кожного розділу.

### 1.1 Передмова

У сучасній радіолокації і зв'язку широко використовуються хвильові електромагнітні процеси (наприклад, напрям хвилі в різноманітних лініях передачі і лінійних пристроях, випромінювання і прийом радіохвиль антенами, поширення цих хвиль в середовищі між антенами і ін.). Їх багатобразні властивості і особливості можуть бути розглянуті тільки за допомогою законів електродинаміки. Дисципліна "Електродинаміка і техніка НВЧ" якраз і займається вивченням цих законів і дослідженням на їх основі техніки надвисоких частот, в якій застосовуються різні способи керування електромагнітними процесами. Завдяки цьому дисципліна "Електродинаміка і техніка НВЧ" є теоретичною основою вивчення ліній

зв'язку, поширення радіохвиль, антенно-фідерних пристроїв, електронних приладів, передавальних і приймальних пристроїв в техніці зв'язку та радіолокації і ін.

## 1.2 Зміст дисципліни "Електродинаміка та техніка НВЧ"

### Теоретична частина

№ п/п	Назва тем, їх зміст
1	Вступ 1. Предмет, мета і задачі дисципліни. 2. Структура дисципліни. Практична значимість дисципліни. Зв'язок дисципліни з іншими дисциплінами. Методичне забезпечення дисципліни.
2	Тема 1. Рівняння електромагнітного поля. 1. Фізичні властивості, які характеризують електромагнітний процес. 2. Основні рівняння електромагнітного поля. 3. Електростатичне поле. Електромагнітне поле постійних струмів. 4. Енергетичні відношення в електромагнітному полі. Вектор Пойнтинга та сутність перенесення енергії електромагнітними хвилями (ЕМХ).
3	Тема 2. Плоскі електромагнітні хвилі. 1. Змінне електромагнітне поле в діелектрику. 2. Змінне електромагнітне поле в провідному середовищі. 3. Плоскі електромагнітні хвилі. Узагальнене хвильове рівняння. 4. Основні характеристики електромагнітних хвиль. Поляризація плоских електромагнітних хвиль. 5. Поводження плоскої електромагнітної хвилі на межах розділу двох середовищ.
4	Тема 3. Направлені системи. 1. Характеристики направлених систем. 2. Хвилеводна теорія. 3. Хвилеводні елементи. 4. Випромінювання електромагнітних хвиль.
5	Тема 4. Вібраторні та щілинні антени. 1. Загальні відомості про антени.

	2. Вібраторні антени. 3. Системи випромінювачів. 4. Різні види антен.
6	Тема 5. Антени надвисоких частот (НВЧ).  1. Поняття про антени НВЧ. 2. Дзеркальні антени. 3. Лінзові та рупорні антени. 4. Фазовані антенні решітки (ФАР).
7	Тема 6. Поширення радіохвиль.  1. Поширення радіохвиль в вільному просторі. 2. Відбиття та заломлення. Зони Френеля. Дифракція. 3. Тропосферне поширення. Рефракція. 4. Іоносферне поширення.

### 1.3 Перелік знань та вмінь студентів

Після вивчення дисципліни студенти повинні:

Знати:

- основні та допоміжні рівні електромагнітного поля;
- властивості плоских електромагнітних хвиль;
- властивості електромагнітного поля в діелектриках та металах;
- про направлені системи;
- хвилеводи конструктивних елементів;
- хвилеводну теорію;
- основні характеристики антен;
- основні конструкції антен;
- розсіювання, поглинання та відбиття радіохвиль;
- особливості поширення радіохвиль різного діапазону.

Вміти:

- записувати основні рівняння електромагнітного поля;
- виконувати інженерні розрахунки параметрів електромагнітних хвиль;
- розраховувати основні параметри різних типів антен;
- проводити антенні вимірювання;
- розраховувати зону виявлення метеорологічного радіолокатора;
- розраховувати та визначати ступінь виявлення множника Землі на характеристики метеорологічного радіолокатора.



## **1.4 Організація навчального процесу студентів**

Вивчення дисципліни "Електродинаміка та техніка НВЧ" для студентів 4 курсу гідрометеорологічного факультету передбачає лекційні заняття, практичні заняття, самостійну роботу студентів. Дисципліною передбачена форма поточного контролю – проведення контрольних робіт та підсумковий контроль у формі заліку в 7 семестрі, та підсумковий контроль у формі іспиту в 8 семестрі.

Методика модульного контролю з дисципліни "Електродинаміка та техніка НВЧ" розроблена у відповідності до положення про модульну систему організації навчання та контролю знань студентів в ОДЕКУ.

В основі методики лежить розподіл програми навчального курсу на окремі логічно пов'язані блоки-модулі з оцінкою засвоєння студентами знань та вмінь по відповідним модулям.

Обсяги вивчення окремих розділів і тем визначаються робочою програмою.

## **2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

### **2.1 Рекомендації до вивчення теоретичного матеріалу**

Загальні поради.

Рекомендується наступний порядок вивчення дисципліни "Електродинаміка та техніка НВЧ":

- зміст кожної теми курсу вивчається за допомогою навчальної та методичної літератури, що наведена в списку;
- після засвоєння змісту кожної теми курсу потрібно відповісти на контрольні запитання;
- якщо виникли питання при вивченні теоретичного матеріалу то потрібно звернутись до викладача, який читав лекційний курс дисципліни.

### **2.2 Рекомендації до вивчення 1-ої теми "Рівняння електромагнітного поля"**

Вступ і розділи 1, 2 формують у студентів уявлення про електромагнітний процес, основні рівняння електромагнітного поля.

При вивченні цих розділів необхідно звернути увагу на термінологію, основні рівняння електромагнітного поля.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цих розділів здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

### ***Контрольні запитання:***

1. Що таке поле? [1, с. 5]
2. Що таке градієнт скалярного поля? [1, с. 5-9]
3. Що таке векторне поле? [1, с. 10-16]
4. Що таке "набла"? [1, с. 9]
5. Що таке ротор векторного поля? [1, с. 14]
6. Що таке дивергенція векторного поля? [1, с. 13]
7. Які вектори характеризують електромагнітне поле? [1, с. 17]
8. В чому суть рівнянь Максвелла? [1, с. 17]

При вивченні розділу 3 першої теми у студентів формуються знання про електростатичне та магнітне поле постійних струмів, основні інтегральні та диференціальні форми рівнянь Максвелла, властивості різних середовищ, матеріальні рівняння Максвелла.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

### ***Контрольні запитання:***

1. Яка суть рівнянь Максвелла в інтегральній формі? [1, с. 17-21]
2. Що таке рівняння Максвелла в диференціальній формі? [1, с. 21-23]
3. Що таке "матеріальні" рівняння Максвелла? [1, с. 24]
4. Що таке рівняння Максвелла для електростатики? [1, с. 31]
5. Що таке рівняння Максвелла для магнітостатики? [1, с. 36]
6. Що таке електростатичний потенціал? [1, с. 34]
7. Що таке магнітостатичний потенціал? [1, с. 37]
8. Що таке граничні умові для векторів електромагнітного поля? [1, с. 17]

При вивченні розділу 4 першої теми у студентів формуються знання про енергетичні співвідношення в електромагнітному полі, про перенесення енергії електромагнітними хвилями.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні розділу 4 здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

### ***Контрольні запитання:***

1. Що таке енергія електростатичного поля? [1, с. 41]
2. Що таке енергія магнітного поля? [1, с. 47]
3. Що таке електрична сприйнятливості? [1, с. 45]
4. Що таке електричний момент диполя? [1, с. 43]

5. Що таке енергія магнітного поля постійного струму? [1, с. 48]
6. Що таке вектор Умова? [1, с. 49-50]
7. В чому фізична суть теореми Пойнтинга? [1, с. 51]
8. Як передається енергія електромагнітними хвилями? [1, с. 54]

### **2.3 Рекомендації до вивчення 2-ої теми "Плоскі електромагнітні хвилі"**

При вивченні розділів 1, 2, 3 другої теми студенти отримують знання про змінний електромагнітний струм в діелектричному та провідному середовищі, про хвильове рівняння для плоских електромагнітних хвиль, про основні характеристики електромагнітних хвиль.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цих розділів здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Які рівняння Максвелла описують змінне електромагнітне поле в діелектрику? [1, с. 55]
2. Які рівняння Максвелла описують змінне електромагнітне поле в провідному середовищі? [1, с. 56]
3. Яке хвильове рівняння описує напругу електричного поля плоскої хвилі? [1, с. 56]
4. Яке хвильове рівняння описує напругу магнітного поля плоскої хвилі? [1, с. 56]
5. Як представляються граничні умови для векторів  $E$  і  $D$  електромагнітного поля хвилі? [1, с. 59-60]
6. Як представляються граничні умови для векторів  $H$  і  $B$  електромагнітного поля хвилі? [1, с. 55-56]
7. Що таке довжина хвилі? [1, с. 63]
8. Що таке швидкість хвилі? [1, с. 63]

При вивченні розділів 4 і 5 другої теми студенти отримують знання в області поляризації плоских електромагнітних хвиль, проходження цих хвиль на границях розділу двох середовищ.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цих розділів здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Що таке поляризація плоских хвиль? [1, с. 76]
2. Що таке кут поляризації? [1, с. 76-77]
3. Що таке лінійна поляризація? [1, с. 77]

4. Що таке кругова поляризація правого обертання? [1, с. 79]
5. Що таке кругова поляризація лівого обертання? [1, с. 80]
6. Що таке параметри Стокса? [1, с. 82]
7. Що таке сфера Пуанкаре? [1, с. 83]
8. Що таке кут Брюстера? [1, с. 94-95]

#### **2.4 Рекомендації до вивчення 3-ої теми "Направлені системи"**

При вивченні 1 розділу третьої теми студенти отримують знання про характеристики направлених систем, особливості короткозамкнених і розімкнутих систем, їх основні параметри.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

##### ***Контрольні запитання:***

1. Що таке розподілені параметри ліній? [1, с. 99]
2. Які типи ліній ви знаєте? [1, с. 98]
3. Що таке коефіцієнт відбиття напруги в лінії? [1, с. 104]
4. Яка швидкість розповсюдження хвилі в лінії? [1, с. 107]
5. Що таке стояча хвиля напруги? [1, с. 113]
6. Що таке коефіцієнт стоячої хвилі напруги? [1, с. 116]
7. Які відрізки ліній є резонансними? [1, с. 114-115]
8. Як змінюється імпеданс вздовж короткозамкненої і розімкнутої лінії? [1, с. 94-95]

При вивченні 2 розділу третьої теми студенти отримують знання про хвилеводні моди, рівняння Максвелла для електромагнітних полів в прямокутних і круглих хвилеводах.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

##### ***Контрольні запитання:***

1. Якими умовами визначається хвилеводна передача? [9, с. 221]
2. Що таке фазова та групова швидкість? [9, с. 223]
3. Що таке хвильове рівняння? [9, с. 226]
4. Що таке хвилевод? [9, с. 231]
5. Що таке критична довжина хвилі хвилеводу? [9, с. 232]
6. Що таке TE моди? [9, с. 233]
7. Що таке TM моди? [9, с. 234]
8. Чому дорівнює довжина хвилі в хвилеводі? [9, с. 233]

При вивченні 3 розділу третьої теми студенти отримують знання про хвилеводні елементи, надвисокочастотні вакуумні прилади.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

***Контрольні запитання:***

1. Що відноситься до основних елементів хвилеводного тракту? [9, с. 287]
2. Які типи пристроїв зв'язку використовуються в хвилеводах? [9, с. 246]
3. Що таке електронний потік як функція пристрою зв'язку? [9, с. 248]
4. Що таке релятивістські ефекти? [9, с. 250]
5. Як працює двохрезонаторний клістрон? [9, с. 252]
6. Як працює відбивний клістрон? [9, с. 244]
7. Як працює магнетрон? [9, с. 268]
8. Як працює лампа бігучої хвилі? [9, с. 274]
9. Які погоджувачі пристроїв використовуються в хвилеводі? [9, с. 320]
10. Що таке хвилеводні шлейфи? [9, с. 303]
11. Що таке дросельні фланци? [9, с. 305]
12. Що таке обертове сполучення? [9, с. 315]
13. Що таке хвилеводний щілинний міст в площинах  $H$  і  $E$ ? [9, с. 325]
14. Що таке подвійний хвилеводний трійник? [9, с. 318]
15. Що таке гібридне кільце? [9, с. 311]
16. Що таке антенний перемикач? [9, с. 296]

При вивченні 4 розділу третьої теми студенти отримують знання про випромінювачі електромагнітних хвиль, про елементарний вібратор, про ближню, проміжну та дальню зону випромінювання вібратора, про опір випромінювання, про когерентні та некогерентні коливання, про часову і просторову когерентність.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

***Контрольні запитання:***

1. Що таке вібратор? [5, с. 15]
2. Що таке зони випромінювання вібратора? [5, с. 24]
3. Що таке опір випромінювання вібратора? [5, с. 30]
4. Що таке діаграма направленості в полярній системі координат? [5, с. 32]

5. Що таке умова когерентності коливань? [5, с. 42]
6. Що таке часова когерентність? [5, с. 44]
7. Яка характеристика випромінювачів хвилі є основною? [5, с. 41]
8. Що таке просторова когерентність? [5, с. 45]

## **2.5 Рекомендації до вивчення 4-ої теми "Вібраторні та щілинні антени"**

При вивченні 1 розділу четвертої теми у студентів формуються знання про антени, їх класифікацію, основні характеристики антен.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

### ***Контрольні запитання:***

1. Що таке антена? [6, с. 10]
2. Що таке властивості взаємності? [6, с. 12]
3. Які дві головні функції виконує антена? [6, с. 15]
4. Як відрізняються антени по принципу дії? [6, с. 20]
5. Як відрізняються антени по геометричним елементам? [6, с. 20]
6. Як відрізняються антени по області найбільшого застосування? [6, с. 21]
7. Як відрізняються антени по діапазону радіохвиль? [6, с. 22]
8. Що таке антени надвисоких частот? [6, с. 31]
9. Що таке діаграма направленості антени? [6, с. 28]
10. Що таке коефіцієнт корисної дії антени? [6, с. 28]
11. Що таке коефіцієнт посилення антени за потужністю? [6, с. 29]
12. Що таке ефективність антени? [6, с. 49]
13. Що таке ефективна площа антени? [6, с. 50]
14. Що таке опір випромінювання антени? [6, с. 56]
15. Що таке опір втрат антени? [6, с. 58]
16. Що таке поляризаційні параметри антени? [6, с. 60]

При вивченні 2 розділу четвертої теми у студентів формуються знання про вібраторні антени та їх різновид.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

### ***Контрольні запитання:***

1. Що таке ізотропна антена? [6, с. 42]
2. Як дальність радіолокації залежить від потужності передавача? [6, с. 64]

3. Що таке рамочна антена? [6, с. 72]
4. Що таке щілинна антена? [6, с. 74]
5. Що таке кругла антена? [6, с. 76]
6. Що таке вертикальний монополь? [6, с. 82]
7. Що таке нерезонансна антена? [6, с. 94]
8. Що таке напівхвильовий диполь? [6, с. 31]

При вивченні 3 і 4 розділів четвертої теми у студентів формуються знання про системи випромінювачів і різні види антен.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цих розділів здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Що таке фактор решітки? [6, с. 108]
2. Що таке колінеарне розміщення диполів? [6, с. 110]
3. Які елементи включає решітка Яги? [6, с. 114]
4. Що таке логоперіодична дипольна антена? [6, с. 116]
5. Що таке щільова решітка? [6, с. 120]
6. Що таке антенна решітка з продольним випромінюванням? [6, с. 118]
7. Що таке антенна решітка з поперечним випромінюванням? [6, с. 118]
8. Що таке плоска решітка? [6, с. 130]

### **2.6 Рекомендації до вивчення 5-ої теми "Анени надвисоких частот"**

При вивченні 1 розділу п'ятої теми у студентів формуються знання про антени надвисоких частот і їх різних видах.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Що включають вимоги до антен НВЧ? [6, с. 150]
2. Які є типи антен НВЧ? [6, с. 154]
3. Що таке спіральна антена? [12, с. 24]
4. Що таке циліндрична спіральна антена? [12, с. 36]
5. Як визначається повна зона випромінювання антени НВЧ? [6, с. 210]
6. Як визначаються нормалізовані апертурні поширення? [6, с. 224]

7. Чим обмежується посилення для апертурних антен? [6, с. 226]
8. Що таке кругла апертура? [6, с. 228]

При вивченні 2 розділу п'ятої теми у студентів формуються знання про дзеркальні антени та методи їх розрахунку.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

***Контрольні запитання:***

1. Що таке дзеркальні антени? [14, с. 196]
2. Що таке параболічне дзеркало? [14, с. 198]
3. Що таке параболічний циліндр? [14, с. 202]
4. Що таке метод поверхневих струмів? [14, с. 250]
5. Що таке апертурний метод? [14, с. 252]
6. Що таке оптимальний кут розкриву дзеркала? [14, с. 254]
7. Що таке тіньовий ефект випромінювача? [14, с. 256]
8. Як дзеркало впливає на випромінювач? [14, с. 262]

При вивченні 3 розділу п'ятої теми у студентів формуються знання про лінзові та рупорні антени.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

***Контрольні запитання:***

1. Як класифікуються лінзові антени по відношенню фазових швидкостей? [13, с. 25]
2. Як класифікуються лінзові антени по типу заломлення середовища? [13, с. 46]
3. Що таке фокуруючі одноповерхневі лінзи? [13, с. 54]
4. Що таке кут розкриву лінзи? [13, с. 56]
5. Що таке зонування радіолінз? [13, с. 121]
6. Що таке діелектричні лінзи? [13, с. 126]
7. Що таке металопластинчасті лінзи? [13, с. 132]
8. Що таке металеві дирчаті лінзи? [13, с. 198]
9. Які типи прямокутних рупорних антен ви знаєте? [14, с. 320]
10. Що таке пірамідальний рупор? [14, с. 322]
11. Що таке Н - секторіальний рупор? [14, с. 324]
12. Що таке Е - секторіальний рупор? [14, с. 326]
13. Як визначається довжина рупора від розкриву до апекса? [14, с. 327]
14. Як визначається направлене посилення рупора? [14, с. 298]



15. Які оптимальні параметри у пірамідального рупора? [14, с. 329]
16. Які оптимальні параметри у конічного рупора? [14, с. 330]

При вивченні 4 розділу п'ятої теми у студентів формуються знання про фазовані антенні решітки та область їх застосування.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

#### ***Контрольні запитання:***

1. В якій області радіотехніки використовуються ФАР? [14, с. 452]
2. Які методи керування променем використовуються в ФАР? [14, с. 468]
3. Що таке частотне керування променем ФАР? [14, с. 470]
4. Що таке фазове керування променем ФАР? [14, с. 478]
5. Що таке фазообертач? [14, с. 492]
6. Які найбільш розповсюдженні види амплітудних розподілень ви знаєте? [14, с. 496]
7. Які найбільш поширені види фазових розподілень ви знаєте? [14, с. 498]
8. Що таке ФАР? [14, с. 450]

#### **2.7 Рекомендації до вивчення 6-ої теми "Поширення радіохвиль"**

При вивченні 1 розділу шостої теми у студентів формуються знання про поширення радіохвиль в вільному просторі, умови поширення, поширення радіочастотних хвиль, про максимальну дальність поширення радіохвиль.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Які характеристики електромагнітних хвиль є головними? [5, с. 8]
2. Як виникає просторова хвиля? [5, с. 16]
3. В якій області випромінювання домінує поверхнева хвиля? [5, с. 18]
4. Які хвилі називаються прямими? [5, с. 20]
5. В якому діапазоні частот використовуються іоносферні хвилі? [5, с. 24]
6. Що таке відбивна поверхня об'єкта? [5, с. 26]
7. Що таке трасові втрати в вільному просторі? [5, с. 30]

8. Що таке тропосферне поширення? [5, с. 26]
9. Як записується рівняння радіозв'язку? [5, с. 56]
10. Як записується рівняння радіолокації? [5, с. 60]

При вивченні 2 розділу шостої теми у студентів формуються знання про відбиття і заломлення, про зони Френеля, про дифракцію, про вплив земної поверхні на поширення радіохвиль, про зони знаходження радіолокаторів.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Як записуються рівняння Максвелла для вільного простору? [11, с. 28]
2. В чому суть принципу Гюйгенса? [11, с. 34]
3. Як формується принцип Гюйгенса? [11, с. 36]
4. В чому суть узагальнення принципу Гюйгенса - Френеля? [11, с. 42]
5. Як визначається коефіцієнт відбиття? [11, с. 54]
6. Як визначається коефіцієнт заломлення? [11, с. 48]
7. Що таке кут повної поляризації? [11, с. 56]
8. Що таке критерій Релея? [11, с. 58]
9. Що таке дзеркальне відбиття? [11, с. 60]
10. Що таке дифузне відбиття? [11, с. 63]
11. Від чого залежить розмір першої зони Френеля? [11, с. 82]
12. Як визначити радіус площадки для радара? [11, с. 84]
13. Що таке дифракція Френзеля? [11, с. 86]
14. Що таке дифракція Фраунгофера? [11, с. 88]
15. Що таке зона тіні? [11, с. 92]
16. Що таке зона виявлення радара? [11, с. 104]

При вивченні 3 розділу шостої теми у студентів формуються знання про електричні властивості тропосфери, рефракції, аномальне поширення радіохвиль.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Що таке нейтросфера? [11, с. 126]
2. Яка ширина шару тропосфери? [11, с. 128]
3. Яка ширина шару стратосфери? [11, с. 128]

4. Яка величина тиску повітря над рівнем моря? [11, с. 132]
5. Як розподіляється по вертикалі температура в зоні помірного клімату? [11, с. 164]
6. Що таке стандартна рефракція? [11, с. 166]
7. Що таке висотний канал? [11, с. 168]
8. Що таке канал випаровувань? [11, с. 172]
9. Як дифрактують радіолокаційні хвилі? [11, с. 182]
10. Що таке геометричний горизонт? [11, с. 184]
11. В чому суть закону розсіювання Релея? [11, с. 186]
12. Яке розсіювання є Томсоновським? [11, с. 188]
13. Що таке абсолютне розсіювання? [11, с. 190]
14. В якому діапазоні хвиль рівень розсіювання в тропосфері найбільший? [11, с. 192]
15. Які можливі типи завмирань в тропосфері? [11, с. 194]
16. Як представляється загальне рішення задачі розсіювання? [11, с. 196]

При вивченні 4 розділу шостої теми у студентів формуються знання про іоносферне поширення, електричні властивості іоносфери, метеорні сліди.

Перевірка якості засвоєння знань при вивченні цього розділу здійснюється за допомогою наведених нижче запитань для самоперевірки.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Скільки шарів у іоносфері? [11, с. 240]
2. Як визначається критична частота шару? [11, с. 242]
3. Що таке найнижча критична частота іоносфери? [11, с. 244]
4. Що таке найвища критична частота іоносфери? [11, с. 256]
5. Що таке індекс рефракції іоносфери? [11, с. 258]
6. Що таке частота проникнення для даного шару? [11, с. 259]
7. Що таке віртуальна висота іоносфери? [11, с. 259]
8. Що таке наведена висота? [11, с. 264]
9. Як виникають іоносферні розсіювання? [11, с. 308]
10. В якому шарі виникають метеорні сліди? [11, с. 310]

## ЛІТЕРАТУРА

### *Основна:*

1. Лімонов О.С. Теорія електромагнітного поля. Конспект лекцій. - Одеса: Екологія, 2011. - 144с.
2. Лавріненко Ю.В. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни «Теорія електромагнітного поля». Одеса: "ТЕС", 2008. - 47с.
3. Вельміскін Д.І., Перелигін Б.В. Розповсюдження радіохвиль. Конспект лекцій. - Одеса: "ТЕС", 2007. - 67с.
4. Вельміскін Д.І., Перелигін Б.В. Збірник методичних вказівок до практичних занять по дисципліні «Поширення радіохвиль». Одеса: "ТЕС", 2006. - 47с.
5. Вонштейн Л.А. Электромагнитные волны. М.: Сов. радио, 1988. - 320с.
6. Никольский В.В. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1985. - 385с.

### *Додаткова:*

7. Юрцев О.А. “Электродинамика и техника СВЧ”, М., Воениздат, 1985. - 432с.
8. Штительман Б.И. Теория электромагнитного поля и техника СВЧ. ВИРТА, 1974. - 238с.
9. Фальковский О.Н. Техническая электродинамика. М., Связь, 1978. - 328с.
10. Федоров Н.Н. Основы электродинамики. М., Высшая школа, 1980. - 562с.
11. Черный Ф.Б. Распространение радиоволн. М., Сов. радио, 1974. - 326с.
12. Юрцев О.А. Спиральные антенны. М., Сов. радио, 1974. - 224с.
13. Зелкин В.Г. Линзовые антенны. М., Сов. радио, 1974. - 278с.
14. Ямайкин В.Е. Антенные устройства. М., Сов. радио, 1974. - 526с.
15. Близнюк Н.Р. Антенно-фидерные устройства. М., Сов. радио, 1960. - 296с.
16. Ширман Я.Д. Радиоволноводы и объемные резонаторы. М., Связьиздат, 1972. - 378с.
17. Черный Ф.Б. Теория электромагнитного поля. ВИРТА, 1973. - 142с.
18. Ройтер Г.А. Антенные системы радиоэлектронных средств. ОВВОКИУ, 1980. - 304с.

Методичні вказівки до СРС з дисципліни «Електродинаміка та техніка НВЧ» для студентів денної форми навчання зі спеціальності "Метеорологія", спеціалізації "Технічні системи гідрометеорологічного моніторингу".

Укладач: Лімонов О.С., к.т.н., доцент – Одеса, ОДЕКУ, 2012 р. - 18 с.

Підп. до друку  
Умовн. друк. арк.

Формат  
Тираж

Папір  
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

---

Одеський державний екологічний університет  
85016, Одеса, Львівська, 15