



Акустична  
техніка

В.С.Дідковський, С.М.Порошин, О.В.Коржик,  
О.Г.Лейко, О.М.Петрищев, С.А.Найда

# АКУСТИЧНІ АНТЕНИ

Навчальний посібник



---

**БІБЛІОТЕКА АКУСТИКА**

СЕРІЯ ЗАСНОВАНА У 2000 році

---

## **АКУСТИЧНА ТЕХНІКА**

---

**ЗІБРАННЯ ТВОРІВ У 18 ТОМАХ**

Під загальною редакцією  
професора Дідковського В. С.

---

Редакційна колегія «Бібліотека акустика»:

Бабаєв А. Е., Вовк І. В., Грінченко В. Т., Дідковський В. С., Кубенко В. Д.,  
Лейко О. Г., Савін В. Г., Селезов І. Т., Улітко А. Ф.

**Автори висловлюють глибоку вдячність  
співробітникам НТУУ «КПІ» та НТУ «ХПІ»**

**Дрозденко О. І., Кандрачуку І. В., Богданові Н. В., Можасву О. О.,  
Статкусу А. В., Фоменко Е. М., Белікову І. С., Можасву М. О.  
за допомогу у підготовці матеріалів книги.**

О. В. Коржик, О. Г. Лейко,  
О. М. Петріщев, С. А. Найда,  
© Верстка - Є. М. Фоменко, 2014

**БІБЛІОТЕКА АКУСТИКА**

СЕРІЯ ЗАСНОВАНА У 2000 році

В. С. Дідковський, С. М. Порошин, О. В. Коржик,  
О. Г. Лейко, О. М. Петрищев, С. А. Найда,

# **АКУСТИЧНІ АНТЕНИ**

Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів,  
які навчаються за напрямом «Акустотехніка»

*Затверджено  
Міністерством освіти  
і науки України*

**Присвячується десятиріччю наукового та педагогічного  
співробітництва кафедр акустики та акустoeлектроніки  
НТУУ «КПІ» і мультимедійних інформаційних технологій  
і систем НТУ «ХП»**

**16**

КИЇВ - 2014

УДК 681.586.4  
ББК 32.87-013  
Д 44

Гриф надано Міністерством освіти  
і науки України  
Лист 008656 МОК України № 1/11-10183  
від 17.06.2013 р.

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. *В. Г. Савін* (Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”), д-р фіз.-мат. наук *А. Е. Бабаєв* (Інститут механіки НАНУ), д-р техн. наук, проф. *В. П. Овсяник* (Науково-виробниче підприємство “ВАБОС”)

Редактор - у авторській редакції

**Дідковський В. С. та ін..**  
Д 44 Акустичні антени: Навчальний посібник/ В. С. Дідковський, С. М. Порошин,  
О. В. Коржик, О. Г. Лейко, О. М. Петрищев. С. А. Найда.  
- 244 с.

ISBN 966-8861-43-4

В запропонованому виданні узагальнено основні теоретичні відомості щодо задач аналітичного визначення та формування просторових характеристик акустичних антен найбільш поширених класів - інтерференційних та фокусованих для звукового та ультразвукового діапазону частот.

Запропоновано основні положення класифікації акустичних антен та докладно розглянуті питання формування характеристик направленості та визначення коефіцієнту концентрації для антен основних канонічних форм.

В книзі викладено відомості про основні способи та прийоми синтезу антен вказаних типів, а також контрольні завдання і задачі. Запропоноване видання містить також значну кількість прикладів розрахунків просторово - енергетичних характеристик інтерференційних та фокусованих акустичних антен і може бути застосована студентами старших курсів, магістрами, аспірантами а також широким колом інженерних та наукових працівників, які займаються відповідними проблемами в галузі акустики.

**УДК 681.586.4**  
**ББК 32.87-013**

ISBN 966-8861-43-4

© В. С., Дідковський, С. М. Порошин  
О. В. Коржик, О. Г. Лейко,  
О. М. Петрищев, С. А. Найда,  
© Верстка — Є. М. Фоменко, 2014

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ 1. ДЕЯКІ ПИТАННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ АКУСТИЧНИХ АНТЕН. ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ</b>	
<b>ТА РЕЖИМИ РОБОТИ АКУСТИЧНИХ АНТЕН</b> .....	8
1.1. Класифікація акустичних антен.....	8
1.2. Основні параметри та режими роботи акустичних антен.....	11
1.3. Формування направлених властивостей інтерференційних АА (загальне тлумачення).....	19
1.4. Зображення і основні елементи характеристик і діаграм направленості.....	21
Контрольні запитання.....	26
<b>РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ВИХІДНІ СПІВВІДНОШЕННЯ ЩОДО НАПРАВЛЕНОСТІ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНИХ АНТЕН. ТЕОРЕМИ ПРО НАПРАВЛЕНІСТЬ</b> .....	27
2.1. Вихідні умови визначення направленості АА.....	27
2.2. Загальне рівняння ХН дискретних АА, що працюють на фіксованій частоті.....	30
2.3. Основні теореми про направленість.....	33
Контрольні запитання.....	38
<b>РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПРАВЛЕНОСТІ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНИХ АНТЕН ОСНОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФОРМ</b> .....	39
3.1. ХН прямолінійної дискретної еквідистантної АА (загальні співвідношення).....	39
3.1.1. ХН прямолінійної дискретної еквідистантної АА з рівномірним по апертурі амплітудно-фазовим розподіленням збудження (чутливості) елементів.....	39
3.1.2. ХН прямолінійної дискретної двохелементної АА.....	50
3.1.3. Характеристика направленості прямолінійної дискретної АА з нерівномірним амплітудним розподіленням збудження (чутливості) елементів.....	51
3.1.4. ХН АА Дольф - Чебишевського типу.....	60
3.1.5. ХН колової еквідистантної АА з рівномірним амплітудним розподіленням збудження елементів.....	74
3.2. ХН поверхневих плоских та об'ємних антенних решіток.....	81
3.2.1. ХН плоскої дискретної антенної решітки з рівномірним амплітудним розподіленням збудження елементів.....	81
3.2.2. ХН об'ємної антенної решітки ( просторової АР) з рівномірним амплітудним розподіленням збудження елементів.....	85
3.3. ХН лінійних неперервних АА.....	87
3.3.1. ХН довільних неперервних лінійних антен (загальні співвідношення).....	87
3.3.2. ХН прямолінійної неперервної АА з рівномірним за апертурою амплітудно-фазовим розподіленням збудження (чутливості) елементів.....	89
3.3.3. ХН колової неперервної АА з рівномірним за апертурою амплітудно-фазовим розподіленням збудження (чутливості) елементів.....	95
3.4. ХН неперервних поверхневих АА.....	100
3.4.1. ХН довільних неперервних поверхневих антен (загальні співвідношення).....	100
3.4.2. ХН прямокутної неперервної АА з рівномірним за апертурою амплітудно-фазовим розподіленням збудження (чутливості) елементів.....	102
3.4.3. ХН дискової неперервної АА з рівномірним за апертурою амплітудно-фазовим розподіленням збудження (чутливості) елементів.....	108

Контрольні запитання.....	110
<b>РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПРАВЛЕНОСТІ ФОКУСОВАНИХ АКУСТИЧНИХ АНТЕН.....</b>	<b>112</b>
4.1. Формування направлених властивостей фокусованих АА (загальне тлумачення).....	112
4.2. ХН рефлекторних АА.....	117
4.2.1. Особливості формування хвильового фронту рефлекторної АА в режимах прийому та випромінювання звуку.....	117
4.2.2. Виведення рівняння ХН рефлекторної АА.....	122
4.3. Формування направлених властивостей акустичних антен ультразвукових ехотомоскопів (АА УЗЕ).....	127
4.4. Лінзові АА.....	133
Контрольні запитання.....	136
<b>РОЗДІЛ 5. КОЕФІЦІЄНТ КОНЦЕНТРАЦІЇ (КК) ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНИХ АКУСТИЧНИХ АНТЕН.....</b>	<b>137</b>
5.1. Коефіцієнт концентрації (КК) дискретних АА.....	137
5.2. Коефіцієнт концентрації (КК) неперервної лінійної АА.....	141
5.3. Коефіцієнт концентрації (КК) неперервної поверхневої АА.....	143
Контрольні запитання.....	145
<b>РОЗДІЛ 6. ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ.....</b>	<b>146</b>
6.1. Приклади і задачі визначення фазових набігів для елементів дискретних АА.....	146
6.2. Приклади і задачі визначення ХН АА з використанням ТМ.....	154
6.3. Приклади і задачі визначення ХН АА з використанням ТЗМ.....	170
6.4. Приклади і задачі визначення ХН АА з використанням ТМ та ТДД.....	181
6.5. Приклади і задачі визначення ХН Дольф-Чебишевських АА.....	205
6.6. Приклади і задачі з питань аналізу ХН АА.....	207
6.7. Приклади і задачі визначення коефіцієнту вісьової концентрації (КВК).....	221
6.8. Приклади і задачі формування ХН виду "статичне віяло".....	232
6.9. Приклади і задачі визначення ХН сфокусованих АА.....	239
Список використаної та рекомендованої літератури.....	244