

SPIIS TREŚCI

Od Autora	XI
Wykaz ważniejszych oznaczeń	XIII
1. Wstęp	1
Literatura	9
2. Fale i układy akustyczne	11
2.1. Fale akustyczne	11
2.2. Energia fali i natężenie dźwięku	14
2.3. Fala kulista i dipol akustyczny	17
2.4. Promieniowanie źródeł	22
2.5. Ugięcie fali	29
2.6. Falowody	32
2.7. Rezonatory	37
2.8. Układy akustyczne o stałych skupionych	44
Literatura	47
3. Drgania układów mechanicznych	49
3.1. Wprowadzenie	49
3.2. Układ o jednym stopniu swobody	50
3.2.1. Drgania swobodne	50
3.2.2. Małe drgania tłumione	53
3.2.3. Drgania wymuszone	56
3.2.4. Drgania nieliniowe	61
3.3. Układy o większej liczbie stopni swobody	64
3.4. Układy ciągłe	70
3.4.1. Struna	71

3.4.2.	Pręt	73
3.4.3.	Belka	74
3.4.4.	Membrana	79
3.4.5.	Płyta	83
3.4.6.	Powłoki	89
Literatura		93
 4. Modelowanie układów elektrycznych, mechanicznych i akustycznych		95
4.1.	Elementy teorii modelowania i podstawowe wiadomości z teorii obwodów elektrycznych	95
4.2.	Filtry	102
4.3.	Analogie elektromechaniczne	111
4.4.	Analogie elektroakustyczne	116
4.5.	Filtry akustyczne	118
4.6.	Metody komputerowe modelowania układów mechanoakustycznych	126
4.6.1.	Metoda elementów skończonych	126
4.6.2.	Metoda całek brzegowych	136
4.6.2.1.	Formuły całkowe promieniowania dźwięku	136
4.6.2.2.	Elementy teorii Fredholma liniowych równań całkowych	139
4.6.2.3.	Równania całkowe teorii promieniowania dźwięku	140
4.6.2.4.	Metody rozwiązywania zagadnienia promieniowania w pobliżu charakterystycznych liczb falowych	145
4.6.3.	Sprzężenie drgań i promieniowania	150
4.6.4.	Przykłady obliczeń	154
Literatura		166
 5. Zasady działania przetworników elektromechanicznych		169
5.1.	Wprowadzenie. Klasyfikacja przetworników elektromechanicznych	169
5.2.	Teoria liniowych przetworników odwracalnych	171
5.3.	Przetworniki typu magnetycznego	178
5.3.1.	Przetwornik magnetoelektryczny	178
5.3.2.	Przetwornik elektromagnetyczny	181
5.3.3.	Przetwornik magnetostrykcyjny (piezomagnetyczny)	188
5.4.	Przetworniki typu elektrycznego	196
5.4.1.	Przetwornik elektrostatyczny	196
5.4.2.	Przetwornik piezoelektryczny	205
5.5.	Przetworniki nieodwracalne	219
5.5.1.	Przetworniki piezorezystancyjne	219
5.5.2.	Przetworniki elektronowe	225
5.5.3.	Przetworniki optomechaniczne	228
5.5.4.	Przetwornik pneumatyczny	236
5.6.	Bezpośrednie przetwarzanie elektroakustyczne	240
5.6.1.	Wprowadzenie	240
5.6.2.	Przetworniki z powierzchniowym warunkiem Dirichleta	241
5.6.3.	Przetworniki objętościowe	246

5.6.3.1. Jonofony	246
5.6.3.2. Objętościowe przetworniki elektrotermoakustyczne	249
5.6.3.3. Objętościowe przetworniki magnetohydrodynamiczne	250
5.6.3.4. Anteny parametryczne	254
Literatura	266

6. Głośniki i słuchawki 269

6.1. Wprowadzenie	269
6.2. Głośnik magnetoelektryczny cewkowy otwarty	271
6.2.1. Konstrukcja głośnika	271
6.2.2. Praca głośnika w zakresie małych i średnich częstotliwości	273
6.2.2.1. Charakterystyka częstotliwościowa głośnika	273
6.2.2.2. Optymalizacja sprawności odniesienia głośnika	280
6.2.3. Praca głośnika w zakresie wielkich częstotliwości	289
6.2.3.1. Wpływ indukcyjności cewki	290
6.2.3.2. Wpływ niepłaskości membrany	295
6.2.3.3. Wpływ elastyczności membrany	298
6.2.4. Praca głośnika przy dużych sygnałach	303
6.2.4.1. Ograniczenia termiczne mocy głośnika	303
6.2.4.2. Ograniczenia wychyleniowe mocy głośnika.	
Zniekształcenia nieliniowe	306
6.3. Głośnik wstęgowy i głośnik izodynamiczny	320
6.4. Głośnik magnetoelektryczny tubowy	323
6.4.1. Zasada pracy	323
6.4.2. Analiza właściwości głośnika magnetoelektrycznego tubowego	326
6.4.3. Projektowanie tub do głośników tubowych	330
6.5. Głośnik Mangera i głośnik wielomodowy	332
6.5. Głośnik elektrostatyczny	339
6.7. Głośnik piezoelektryczny	347
6.8. Słuchawki	351
Literatura	361

7. Obudowy i zestawy głośnikowe 363

7.1. Wprowadzenie	363
7.2. Odgroda skończona i obudowa otwarta	364
7.3. Obudowa zamknięta	371
7.4. Obudowa z otworem	379
7.5. Obudowa z membraną bierną	389
7.6. Obudowy z falowodem akustycznym	393
7.6.1. Obudowa labiryntowa	393
7.6.2. Obudowa tubowa	399
7.7. Obudowy pasmowoprzepustowe	403
7.7.1. Wprowadzenie	403
7.7.2. Symetryczne urządzenie pasmowoprzepustowe czwartego rzędu	405
7.7.3. Symetryczne urządzenie pasmowoprzepustowe szóstego rzędu	410
7.7.4. Niesymetryczne urządzenie pasmowoprzepustowe szóstego rzędu	415
7.7.5. Symetryczne urządzenie pasmowoprzepustowe ósmego rzędu	418

7.8. Urządzenie wielogłośnikowe. Kolumna głośnikowa	424
7.9. Zestawy głośnikowe i zwrotnice głośnikowe	430
Literatura	453

8. Mikrofony 455

8.1. Wprowadzenie	455
8.2. Klasyfikacja mikrofonów i kształtowanie charakterystyk kierunkowości i skuteczności	460
8.3. Mikrofony magnetoelektryczne	476
8.4. Mikrofony elektrostatyczne	486
8.5. Pojemnościowe mikrofony z modulacją fazy	501
8.6. Mikrofony i hydrofony piezoelektryczne	506
8.7. Laryngofon elektromagnetyczny	511
8.8. Zniekształcenia, szумы i zakłócenia w mikrofonach	513
8.9. Mikrofony bezprzewodowe	520
Literatura	524

9. Pomiary właściwości przetworników elektroakustycznych 525

9.1. Wprowadzenie	525
9.2. Pomiary właściwości głośników i zestawów głośnikowych	527
9.2.1. Wprowadzenie	527
9.2.2. Normalizacja pomiarów głośników i zestawów głośnikowych	528
9.2.3. Klasyczne metody pomiarów właściwości głośników	545
9.2.3.1. Pomiary charakterystyk przenoszenia	545
9.2.3.2. Pomiary charakterystyk kierunkowości i parametrów kierunkowych	551
9.2.3.3. Pomiary charakterystyk impedancji i parametrów pochodnych	553
9.2.4. Pomiary głośników z zastosowaniem współczesnych metod przekształcania sygnałów	560
9.2.4.1. Wprowadzenie	560
9.2.4.2. Metody impulsowe i korelacyjne. Metoda MLS	563
9.2.4.3. Metoda spektrometrii opóźnieniowej	570
9.2.4.4. Analiza czasowo-częstotliwościowa	575
9.2.5. Pomiary zniekształceń nieliniowych	581
9.2.6. Pomiary drgań membran	593
9.2.7. Pomiary subiektywne dotyczące głośników	604
9.3. Pomiary właściwości słuchawek	612
9.3.1. Normalizacja pomiarów właściwości słuchawek	612
9.3.2. Wielkości mierzone i metody ich pomiaru	617
9.4. Pomiary właściwości mikrofonów	625
9.4.1. Normalizacja pomiarów właściwości mikrofonów	625
9.4.2. Pomiary dotyczące mikrofonów przeznaczonych do przetwarzania mowy i muzyki	627
9.4.2.1. Warunki pomiarowe	627
9.4.2.2. Pomiary skuteczności i charakterystyk częstotliwościowych skuteczności	628

9.4.2.3. Pomiary charakterystyk kierunkowości i określanie parametrów kierunkowych mikrofonów	633
9.4.2.4. Pomiary zniekształceń nieliniowych i „pop”	635
9.4.2.5. Pomiar szumów własnych mikrofonu	641
9.4.2.6. Pomiar wpływu czynników zewnętrznych na mikrofon	642
9.4.3. Wzorcowanie mikrofonów pomiarowych	644
9.4.4. Pomiary właściwości hydrofonów	653
Literatura	662
Normy i dokumenty normatywne	663
 Skorowidz	 665