
Spis treści



Przedmowa do drugiego wydania	13
Wstęp	15
Wprowadzenie	17
Wykaz symboli	21

CZĘŚĆ PIERWSZA

FIZYCZNE PODSTAWY DŹWIĘKU	27
--	----

1. Ogólna charakterystyka dźwięku	29
--	----

1.1. Mechanizm powstawania dźwięku	30
1.2. Równanie fali akustycznej	32
1.3. Fala sinusoidalna	38
1.4. Natężenie fali akustycznej	43
1.5. Decybele, dodawanie sygnałów i ich poziomów	47
Literatura	55

2. Rozchodzenie się fali akustycznej	57
---	----

2.1. Impedancja	57
2.2. Odbicie, pochłanianie i ugięcie fal akustycznych	62
2.3. Organia układu oraz zjawisko rezonansu	67
2.4. Rozchodzenie się fali akustycznej w rurze	70

2.5.	Dudnienia	73
2.6.	Modulacja amplitudy	79
2.7.	Modulacja częstotliwości	84
2.7.1.	Modulacja wąskopasmowa	86
2.7.2.	Modulacja szerokopasmowa	87
2.8.	Modulacja mieszana	90
2.9.	Zniekształcenia nieliniowe	92
2.9.1.	Zniekształcenia harmoniczne	92
2.9.2.	Zniekształcenia intermodulacyjne	96
	Literatura	98
3.	Analiza widmowa dźwięku	99
3.1.	Analiza widmowa sygnałów okresowych	100
3.1.1.	Szereg Fouriera	100
3.1.2.	Dyskretna postać szeregu Fouriera	103
3.1.3.	Widmo amplitudy i mocy przebiegu okresowego	103
3.2.	Analiza widmowa przebiegów nieokresowych	105
3.2.1.	Przekształcenie (całka) Fouriera	105
3.2.2.	Dyskretna postać przekształcenia Fouriera	107
3.2.3.	Widmo gęstości amplitudy, energii i mocy przebiegu nieokresowego	108
3.3.	Całka Fouriera w odniesieniu do sygnałów realnie istniejących	110
3.3.1.	Widmo ewolucyjne, chwilowe i średnie	112
3.4.	Stacjonarność i ergodyczność sygnału w sensie widmowym	115
3.5.	Zasada nieoznaczoności	117
3.6.	Szybkie przekształcenie Fouriera (metoda FFT)	119
3.7.	Parametryczna analiza widmowa	123
	Literatura	126
4.	Filtrowanie i przetwarzanie sygnałów	129
4.1.	Określenie częstotliwości dźwięku	129
4.2.	Filtrowanie sygnału	133
4.2.1.	Rodzaje filtrów elektrycznych i ich właściwości	134
4.2.2.	Filtry pierwszego rzędu	136
4.2.3.	Odpowiedź impulsowa filtru	138
4.2.4.	Filtracja cyfrowa	141
4.3.	Zasady przetwarzania cyfrowego sygnałów	145
4.3.1.	Próbkowanie sygnału	149
4.3.2.	Kwantowanie sygnału	154
	Literatura	160

CZĘŚĆ DRUGA

PERCEPCJA DŹWIĘKU 163

5. Budowa i funkcjonowanie układu słuchowego 169

5.1.	Ucho zewnętrzne, środkowe i wewnętrzne	170
5.1.1.	Budowa i funkcja ucha zewnętrznego	171
5.1.2.	Budowa i funkcja ucha środkowego	174
5.1.3.	Budowa i funkcja ucha wewnętrznego	182
5.1.4.	Drgania błony podstawnej	189
5.2.	Układ nerwowy narządu słuchu	195
5.2.1.	Komórki nerwowe i jej funkcja	195
5.2.2.	Komórki słuchowe, ich połączenia i funkcje	210
5.2.3.	Wyładowania neuronu w funkcji poziomu ciśnienia akustycznego	214
5.2.4.	Synchroniczność fazowa	215
5.2.5.	Supresja dwutonowa	217
5.3.	Centralny słuchowy układ nerwowy	218
5.3.1.	Drogi nerwowe wyższych pięter układu słuchowego	219
5.3.2.	Czynność neuronów w polu słuchowym kory mózgu	225
5.3.3.	Słuchowe potencjały wywołane	228
5.4.	Poglądy dotyczące procesów słyszenia i kodowania dźwięku	233
5.5.	Zniekształcenia nieliniowe układu słuchowego	237
5.6.	Emisja otoakustyczna	242
5.6.1.	Emisja otoakustyczna spontaniczna (SOAE)	243
5.6.2.	Emisje otoakustyczne wywołane (EOAE)	247
5.6.3.	Ślimakowe pochodzenie emisji otoakustycznej	254
5.6.4.	Czynniki determinujące rejestrację emisji otoakustycznej	256
	Literatura	260

6. Percepcja dźwięku w dziedzinie amplitudy 273

6.1.	Próg słyszalności	273
6.2.	Głośność dźwięku	278
6.2.1.	Krzywe równej głośności	278
6.2.2.	Skalowanie głośności	280
6.2.3.	Wpływ parametrów widmowych i czasowych dźwięku na głośność	286
6.3.	Dyskryminacja zmian natężenia dźwięku	289
6.3.1.	Prawo Webera	289
6.3.2.	Progi dyskryminacji zmian natężenia dźwięku	290
6.3.3.	Dyskryminacja obwiedni widma	296

6.4.	Maskowanie dźwięku	297
6.4.1.	Rodzaje maskowania	297
6.4.2.	Maskowanie równoczesne i nierównoczesne	301
6.4.3.	Maskowanie dźwięku o zmiennej obwiedni	308
6.5.	Pasma krytyczne	313
6.6.	Filtry słuchowe	317
6.6.1.	Filtry słuchowe wyznaczone metodą Pattersona	319
6.6.2.	Psychofizyczne krzywe strojenia	325
	Literatura	326
7.	Percepcja dźwięku w dziedzinie częstotliwości	335
7.1.	Percepcja wysokości tonu	335
7.1.1.	Wysokość tonu	335
7.1.2.	Dyskryminacja częstotliwości tonów	340
7.1.3.	Tecnie percepcji wysokości tonów	344
7.2.	Percepcja wysokości dźwięków złożonych	345
7.2.1.	Wysokość rezydualna	346
7.2.2.	Zależność wysokości rezydualnej od struktury widmowo-czasowej sygnału	349
7.2.3.	Percepcja wysokości w przypadku dudnień	353
7.2.4.	Modele percepcji wysokości rezydualnej	355
7.3.	Percepcja wysokości dźwięków muzycznych	356
7.3.1.	Wysokość, interwały oraz skale muzyczne	356
7.3.2.	Słuch absolutny i relatywny	361
7.4.	Percepcja barwy dźwięku	363
7.4.1.	Czym jest barwa dźwięku?	363
7.4.2.	Metody oceny barwy dźwięku	365
7.4.3.	Inne cechy wrażenia słuchowego związane z barwą	367
	Literatura	368
8.	Percepcja dźwięku w dziedzinie czasu	375
8.1.	Rozdzielczość czasowa układu słuchowego	375
8.1.1.	Detekcja przerwy czasowej	376
8.1.2.	Dyskryminacja kolejności czasowej sygnałów	380
8.1.3.	Dyskryminacja czasu trwania sygnału	381
8.1.4.	Detekcja asynchroniczności czasowej składowych spektralnych	383
8.1.5.	Funkcja czasowa przeniesienia modulacji	383
8.1.6.	Modele rozdzielczości czasowej	385
8.2.	Sumowanie czasowe	387

8.2.1.	Detekcja i dyskryminacja w aspekcie sumowania czasowego	388
8.2.2.	Modele sumowania czasowego	390
Literatura		391
9.	Percepcja binauralna (dwuosłuszna)	395
9.1.	Lokalizacja źródła dźwięku	396
9.1.1.	Lokalizacja w płaszczyźnie horyzontalnej (poziomej)	396
9.1.2.	Lokalizacja w płaszczyźnie środkowej (pionowej)	402
9.1.3.	Ocena słuchowa odległości od źródła	403
9.1.4.	Lokalizacja źródła w przestrzeni zamkniętej	405
9.1.5.	Percepcja ruchu źródła dźwięku	406
9.2.	Lateralizacja dźwięku	409
9.2.1.	Lateralizacja w zależności od międzyususznej różnicy czasu i natężenia dźwięku ..	409
9.2.2.	Progi międzyususznej różnicy czasu i natężenia dźwięku	411
9.2.3.	Fuzja i dudnienia binauralne	413
9.2.4.	Adaptacja binauralna i rozmycie obrazu dźwiękowego	414
9.3.	Binauralna różnica poziomu maskowania	416
9.4.	Binauralna percepcja dźwięków zmodulowanych	420
9.4.1.	Binauralna percepcja dźwięków AM	420
9.4.2.	Binauralna percepcja dźwięków FM	422
9.5.	Modele percepcji binauralnej	424
9.5.1.	Modele związane z detekcją binauralną	425
9.5.2.	Modele oparte na mechanizmie kroskorelacji	427
Literatura		431
10.	Percepcja dźwięków mowy	439
10.1.	Wytwarzanie dźwięków mowy i ich struktura widmowa	441
10.2.	Specyfika percepcji dźwięków mowy	444
10.3.	Znaczenie zmian częstotliwości i amplitudy	447
10.4.	Percepcja kategoriarna	448
10.5.	Dychotyczna prezentacja i percepcja dźwięków mowy	449
10.6.	Zagadnienie wyrazistości i zrozumiałości mowy	452
10.7.	Modele percepcji dźwięków mowy	458
Literatura		460
11.	Percepcja obiektów słuchowych	465
11.1.	Identyfikacja i segregacja obiektów słuchowych	466
11.2.	Percepcja sekwencji czasowej dźwięków	470
11.3.	Zasady organizacji percepcji słuchowej	471

11.4. Interakcje zmysłu słuchu z innymi modalnościami sensorycznymi	473
Literatura	477
12. Percepcja dźwięku w przypadku zaburzeń słuchu	481
12.1. Zaburzenia słuchu związane z wpływem niektórych czynników	483
12.1.1. Patologiczne narastanie głośności	483
12.1.2. Rozdzielczość częstotliwościowa	484
12.1.3. Zaburzenia słuchu związane z działaniem hałasu	486
12.1.4. Zaburzenia słuchu związane z wiekiem	492
12.1.5. Zaburzenia słuchu spowodowane lekami	493
12.1.6. Martwe obszary ślimaka	495
12.1.7. Neuropatia słuchowa	495
12.1.8. Zaburzenia procesów przetwarzania słuchowego (APD)	497
12.1.9. Inne postaci zaburzeń słuchu	501
12.2. Szumy uszne	504
12.3. Metody badań zaburzeń słuchu	510
12.3.1. Wstępne metody badań	510
12.3.2. Metody audiometryczne	512
12.3.3. Metody obiektywne badania słuchu	531
12.3.4. Badania przesiewowe słuchu	540
12.4. Percepcja dźwięku wspomagana aparatem słuchowym	542
12.4.1. Budowa i rodzaje aparatów słuchowych	543
12.4.2. Mięciwo aparatów słuchowych	548
12.4.3. Stosowanie i dopasowanie aparatów słuchowych	549
12.5. Rola implantów słuchowych w percepcji dźwięku	554
12.5.1. Implanty ślimakowe	554
12.5.2. Implanty kostne i implanty ucha środkowego	559
Literatura	561
13. Metody badań psychoakustycznych	577
13.1. Próg percepcji	577
13.2. Metody klasyczne	578
13.2.1. Metoda stałych bodźców	579
13.2.2. Metoda granic	582
13.2.3. Metoda dostrajania	583
13.3. Teoria detekcji sygnału	584
13.4. Metody oparte na teorii detekcji sygnału	591
13.4.1. Metoda tak – nie	591
13.4.2. Metoda alternatywnego wymuszonego wyboru	592

13.5. Procedury adaptacyjne	593
13.6. Metody skalowania	599
13.7. Sygnały w eksperymentach psychoakustycznych	601
13.8. Błędy i niepewności pomiarowe	605
Literatura	615
14. Psychoakustyka w zastosowaniach	617
14.1. Psychoakustyka i audiologia	617
14.2. Psychoakustyka i elektroakustyka	620
14.3. Psychoakustyka i akustyka pomieszczeń	623
14.4. Psychoakustyka i przetwarzanie cyfrowe dźwięku	626
14.5. Psychoakustyka i akustyka muzyczna oraz mowy	629
14.6. Psychoakustyka i terapia dźwiękowa	631
14.7. Psychoakustyka, akustyka środowiska i ekologia	635
14.8. Inne zastosowania psychoakustyki	637
Literatura	642
Indeks rzeczowy	647
Summary (streszczenie w języku angielskim)	655
Contents (spis treści w języku angielskim)	657