

Część pierwsza 27

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

2. Rozchodzenie się fali akustycznej 57

- 2.1. Impedancja 57
- 2.2. Odbicie, pochłanianie i ugięcie fal akustycznych 62
- 2.3. Drgania układu oraz zjawisko rezonansu 67
- 2.4. Rozchodzenie się fali akustycznej w rurze 70
- 2.5. Dudnienia 73
- 2.6. Modułacja amplitudy 79
- 2.7. Modułacja częstotliwości 84
 - 2.7.1. Modułacja wąskopasmowa 86
 - 2.7.2. Modułacja szerokopasmowa 87
- 2.8. Modułacja mieszana 90
- 2.9. Zniekształcenia nieliniowe 92
 - 2.9.1. Zniekształcenia harmoniczne 92
 - 2.9.2. Zniekształcenia intermodulacyjne 96

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

Część druga 163

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. Komórka nerwowa 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
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
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. Teorie 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
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
9.	Percepcja binauralna (dwuosłowna)	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 międzyusłownej różnicy czasu i natężenia dźwięku	409
9.2.2.	Progi międzyusłownej 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
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 kategoryjna	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
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)

12.1.9. Inne postacie 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. Miernictwo 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

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

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