

Obsah

1	Akustické signály, jejich vlastnosti a popis	4
1. 1	Rozdělení akustických signálů	4
1. 2	Klasifikace deterministických signálů	5
1. 3	Náhodné procesy, jejich vlastnosti a popis	8
1. 3. 1	Základní rozdělení náhodných procesů	9
1. 3. 2	Stacionární náhodné procesy	11
1. 4	Rozdělení akustických signálů podle kmitočtů a hladin akustických tlaků	11
2	Diskrétní zpracování akustických signálů	13
2. 1	Vzorkování signálů	13
2. 2	Vliv kvantování signálu na jeho spektrum	19
2. 2. 1	Kvantování harmonického signálu	21
2. 2. 2	Kvantování signálu složeného z harmonických složek	23
2. 2. 3	Stanovení celkového odstupu signálu od kvantizačního šumu	25
2. 3	Obnovení analogového signálu z jeho číslicových vzorků	27
3	Metody zlepšení odstupu signálu od šumu vznikajícího při jeho diskretním zpracování	29
3. 1	Nelineární kvantování signálu	30
3. 1. 1	Optimální kvantování signálu	32
3. 1. 2	Použití řízeného zesilovače před kvantováním signálu	34
3. 2	Kvantování signálu využívající převzorkování signálu	35
3. 2. 1	Způsoby převzorkování signálů	35
3. 2. 2	Kvantování signálu spolu s jeho převzorkováním	36
3. 2. 3	Kvantování signálu se změnou tvaru spektra kvantizačního šumu	40
3. 2. 4	Další systémy pro tvarování spektra kvantizačního šumu	45
3. 2. 5	Sigma - delta modulace	47
3. 3	Použití aditivního šumu při kvantování signálů	52
3. 3. 1	Vliv kvantování signálu nízké úrovně	52
3. 3. 2	Soustavy s aditivním šumem	54
3. 3. 3	Psychoakustická optimalizace aditivního šumu	58
4	Sběr a analýza akustických signálů	62
4. 1	Sběr, záznam a předzpracování souboru dat	62
4. 2	Analýza akustických signálů v časové oblasti	63
4. 2. 1	Základní statistická analýza signálů	63
4. 2. 2	Výpočet základních charakteristik náhodných procesů	67
4. 2. 3	Výpočet korelačních funkcí	74
4. 2. 4	Použití korelačních funkcí v akustice	76
4. 2. 4	Spektrální analýza náhodných signálů	78

5	Šíření signálů v akustických soustavách	81
5. 1	Šíření akustických signálů lineární soustavou	81
5. 1. 1	Šíření signálu lineární soustavou s uvažováním šumu na výstupu soustavy	82
5. 1. 2	Šíření signálu lineární soustavou s uvažováním šumu na vstupu soustavy	85
5. 1. 3	Šíření signálů lineární soustavou s uvažováním šumu na vstupu i výstupu soustavy	86
5. 2	Šíření akustického signálu v nedisperzním prostředí	88
5. 2. 1	Úzkopásmový šum	89
5. 2. 2	Nedisperzní šíření akustického signálu	91
5. 3	Šíření akustického signálu v disperzním prostředí	92
5. 3. 1	Stanovení obálky korelační funkce	96
6	Kmitočtová analýza akustických signálů	99
6. 1	Fourierova transformace	99
6. 2	Výpočet DFT signálů o větším počtu vzorků	100
6. 2. 1	Výpočet DFT 2 reálných signálů současně	100
6. 2. 2	Výpočet DFT reálného signálu o délce $2N$ vzorků	101
6. 2. 3	Výpočet konvoluce pomocí DFT	103
6. 3	Kmitočtové lupy	104
6. 3. 1	Kmitočtová lupa s posuvem kmitočtu	105
6. 3. 2	Kmitočtová lupa se záznamem signálu	108
7	Cepstrální analýza	112
7. 1	Komplexní cepstrum	113
7. 1. 1	Logaritmus komplexního spektra signálu	114
7. 2.	Výpočet komplexního cepstra	118
7. 2. 1	Výpočet spektra vstupního signálu	119
7. 2. 2	Základní způsob výpočtu spojitě fázové charakteristiky	123
7. 2. 3	Triboletův algoritmus pro výpočet spojitě fázové charakteristiky	123
7. 3	Výpočet komplexního cepstra pomocí derivace logaritmu	125
7. 4	Dekonvoluce signálů	127
7. 5	Výkonová cepstra	133
7. 6	Stanovení akustických vlastností materiálů	134
7. 7	Obnova starých zvukových záznamů	137
8	Impulzní měřicí metody	139
8. 1	Kmitočtové charakteristiky	139
8. 2	Měření komplexních kmitočtových charakteristik impulzní metodou	141
8. 2. 1	Měřicí impulzové signály	142
8. 2. 2	Číslicové generování měřicích impulzů	143
8. 3	Měření a zpracování odezev elektroakustických soustav	146
8. 4	Měření kmitočtových charakteristik akustických vysílačů	148
8. 5	Impulzová měření vstupní impedance elektroakustických soustav	150
8. 6	Modální analýza	152
8. 6. 1	Resonanční kmitočet je ve shodě s kmitočtovou čarou DFT	155
8. 6. 2	Resonanční kmitočet se nachází přesně mezi kmitočtovými čarami DFT	156
8. 6. 3	Resonanční kmitočet se nachází v obecné poloze mezi dvěma kmitočtovými čarami DFT	157

9	Stanovení přenosových funkcí pomocí MLS signálů	159
9. 1	Periodická impulzní odezva	159
9. 2	MLS signály	160
9. 3	Vlastnosti MLS signálů v kmitočtové oblasti	163
9. 4	Stejnoseměrné vázané systémy	164
9. 5	Analogové MLS signály	166
9. 6	Stanovení odezev akustických soustav pomocí MLS signálů	168
9. 6. 1	Impulzní odezva měřicího zařízení	169
9. 6. 2	Impulzní odezva akustické soustavy	170
9. 7	Modulační přenosová funkce	173
10	Časově-kmitočtová analýza akustických signálů	177
10. 1	Krátkodobá Fourierova transformace	177
10. 2	Vlnková transformace	179
10. 3	Wignerova distribuce	181
10. 4	Kumulativní spektra	183
10. 4. 1	Úprava kumulativních spekter	184

Příloha

Základní vztahy platné pro Fourierovu transformaci	187
Fourierova transformace Delta funkce	188

Literatura	190
-------------------	------------