

	Úvod	5
1	Základy teorie akustických signálů	6
1.1	Deterministické procesy	6
1.2	Náhodné procesy, jejich popis a vlastnosti	8
1.2.1	Základní rozdělení náhodných procesů	9
1.2.2	Ergodické a neergodické náhodné procesy	10
1.2.3	Pseudonáhodné signály	11
1.3	Přirozené akustické signály.....	11
1.3.1	Sluchový orgán	12
1.3.2	Hlasitost	14
1.3.3	Maskování zvuku	15
2	Diskrétní zpracování akustických signálů	18
2.1	Vzorkování signálů.....	18
2.2	Obnova analogového signálu z jeho číslicových vzorků.....	23
2.3	Vliv kvantování signálu na jeho spektrum.....	26
2.3.1	Kvantování signálu složeného z harmonických složek.....	28
3	Metody zlepšení odstupu signálu od šumu při DSP zvukových signálů	29
3.1	Stanovení odstupu signálu od kvantizačního šumu.....	29
3.2	Tvarování spektra kvantizačního šumu.....	30
3.3	Soustava po tvarování spektra s vícenásobnou zpětnou vazbou.....	34
3.4	Sigma-delta modulace.....	37
3.5	A/D konverze signálu s vícenásobným tvarováním šumu.....	40
4	Psychoakustická optimalizace zvukových signálů	42
4.1	Kvantování signálů nízké úrovně.....	42
4.2	Soustavy s přídavným šumem.....	43
4.3.	Dithering.....	44
4.3.1	Návrh přídavného šumu.....	48
4.3.2	Analýza vlivu ditheringu.....	49
4.4	Psychoakustická optimalizace zvukového signálu.....	53

4. 4. 1	Návrh psychoakustického filtru.....	55
5	Záznam a analýza akustických signálů.....	61
5 . 1	Předzpracování a záznam akustických signálů.....	61
5. 2	Analýza akustických signálů v časové oblasti.....	61
5. 2. 1	Analýza signálů pomocí korelačních funkcí.....	62
5. 3	Šíření akustických signálů lineární soustavou.....	65
5. 3. 1	Působení šumu na výstupu soustavy.....	65
5. 3. 2	Působení šumu na vstupu soustavy.....	69
5. 3. 3	Vliv korelovaného šumu na přenos soustavy.....	70
5. 4	Šíření akustických signálů	71
5. 4. 1	Šíření signálů v nedisperzním prostředí.....	72
5. 4. 2	Šíření signálů v disperzním prostředí.....	74
5. 4. 3	Stanovení obálky korelační funkce.....	77
6	Kmitočtová analýza akustických signálů.....	80
6. 1	Fourierova transformace.....	80
6. 1. 1	Fourierova transformace reálného signálu.....	81
6. 1. 2	Výpočet konvoluce a dekonvoluce signálů.....	83
6. 2	Kmitočtové lupy.....	84
6. 2. 1	Kmitočtová lupa I.....	85
6. 2. 2	Kmitočtová lupa II.....	86
6. 3	Krátkodobá Fourierova transformace.....	88
6. 4	Vlnková transformace.....	92
7	Analýza přenosových vlastností akustických a elektroakustických soustav.....	94
7. 1	Kumulativní spektra	94
7. 2	Wignerovy distribuce	96
7. 3	Kepstrální analýza	99
7. 3. 1	Logaritmus komplexního spektra signálu	101
7. 3. 2	Výpočet spojitě fázové charakteristiky	102
7. 3. 3	Dekonvoluce signálů	105
7. 3. 4	Výkonová kepstra	107

8	Testování elektroakustických soustav	111
8. 1	Kmitočtové charakteristiky	111
8. 2	Generování měřicích signálů	112
8. 2. 1	Měřicí signály s lineárně přelad'ovaným kmitočtem.....	113
8. 3	Měřicí signály s logaritmickým přelad'ováním kmitočtu.....	116
8. 4	Přelad'ované měřicí signály s proměnnou amplitudou	118
8. 5	Složené měřicí signály	121
8. 5. 1	Analýza trojúhelníkového signálu	123
8. 5. 2	Diskretizace a kvantování složeného měřicího signálu	125
8. 6	Měřicí CD	126
8. 6. 1	Test polarity levého a pravého kanálu	127
8. 6. 2	Test shody kanálů	128
8. 6. 3	Test kmitočtové charakteristiky	128
8. 6. 4	Test linearity A/D a D/A převodníků	128
8. 6. 5	Nastavení cívkových a kazetových magnetofonů	129
8. 6. 6	Ostatní testovací signály	129
9	Impulzní měřicí metody	130
9. 1	Analýza elektroakustických soustav impulzní metodou.....	130
9. 2	Měřicí impulzní signály.....	131
9. 3	Měření elektroakustických soustav impulzní metodou	132
9. 4	Měření kmitočtových charakteristik akustických vysílačů	134
9. 5	Impulzní měření elektrické impedance	136
9. 6	Impulzní měření akustické impedance	138
9. 6. 1	Stanovení průřezu akustické soustavy impulzním měřením	141
10	Analýza elektroakustických soustav pomocí MLS signálů 144	
10. 1	Generování MLS signálů	144
10. 2	Vlastnosti MLS signálů	145
10. 2. 1	Statistické vlastnosti MLS signálů	146
10. 2. 2	Vlastnosti MLS signálů v kmitočtové oblasti	147
10. 3	Cyklická impulzní odezva lineární soustavy	148
10. 3. 1	Impulzní odezva stejnosměrně vázaných lineárních soustav	150
10. 4	Výpočet impulzní odezvy	151

10. 4. 1	Hadamardova transformace	151
10. 4. 2	Výpočet cyklické korelace	153
10. 4. 3	Stanovení permutačních matic	156
10. 5	Impulzní odezvy složených akustických soustav	159
10. 5. 1	Impulzní odezva měřicího zařízení	160
10. 5. 2	Impulzní odezva složené akustické soustavy	161
10. 6	Model nelineární soustavy	163
10. 6. 1	Měření nelineárního zkreslení elektroakustických soustav	165
11	Kompresce zvukových signálů	167
11. 1	Standard MPEG-1	167
11. 1. 1	Kódování ve vrstvě 2	170
11. 1. 2	Kódování ve vrstvě 3	171
11. 1. 3	Psychoakustický model 1 a 2	172
11. 1. 4	Dekodéry signálu soustavy MPEG-1	173
11. 2	Standard MPEG-2	175
P1	Generování normálních křivek stejné hladiny hlasitosti	176
P2	Generátor MLS signálů	180
	Literatura	182