

1. Filozofie zpracování biologických signálů	3
1.1 Úvod	3
1.2 Základní pojmy při zpracování biologických signálů	7
1.3 Příklady biologických signálů	8
1.4 Intervaly zpracování biologických signálů	12
1.5 Spojitá analýza signálů	14
1.5.1 Rozbor v časové oblasti a příslušné zpracování	15
1.5.2 Transformace signálů	18
1.5.3 Rozbor v kmitočtové oblasti a příslušné zpracování	20
1.5.3.1 Fourierova analýza	20
1.5.3.2 Fourierova řada	21
1.5.3.3 Tekoucí spektrum	23
1.5.3.4 Spektrální hustota výkonu	26
1.5.4 Vícenásobné transformace	27
1.5.4.1 Vyšetření vlastností signálu v komplexní rovině z	27
1.5.4.2 Cepstrum	30
1.5.5 Příklad rozboru vícerozměrného signálu	32
1.5.6 Korelační metody	35
1.5.7 Statistické metody zpracování biosignálů	38
1.5.7.1 Základní statistické parametry	40
1.6 Diskrétní analýza signálů	43
1.6.1 Princip diskrétních metod zpracování biosignálů	44
1.6.2 Základní kritéria digitalizace a digitálního zpracování	45
1.6.3 Rozdělení číslicových metod zpracování biosignálů	45
1.6.4 Některé číslicové metody zpracování biosignálů	46
1.6.4.1 Částečná analýza signálu EKG	46
1.6.4.2 Intervalevá analýza a histografické zobrazení	47
1.6.4.3 Kumulační metody	47
1.6.4.4 Korelační metody v číslicové formě	48
2. Spojité zpracování biologických signálů	48
2.1 Charakteristické vlastnosti signálů	48
2.2 Požadavky na zpracování biologických signálů	53
2.2.1 Důvody k použití frekvenčních filtrů	55
2.2.1.1 Úzkopásmový signál rušený šumem	63
2.2.1.2 Signál s úzkopásmovým rušením	65
2.2.1.3 Náprava signálu po (zkreslujícím) předzpracování	68
2.3 Lineární filtry a jejich návrh	72
2.3.1 Principy syntézy filtrů	78
2.3.2 Provozní parametry filtru	79
2.3.2.1 Obvodové funkce	79
2.3.2.2 Frekvenční charakteristika obvodových funkcí	83
2.3.2.3 Metoda nulových bodů a pólů	85
2.3.3 Aproximace požadavků na filtr	90
2.3.3.1 Filozofie aproximačního procesu	90
2.3.3.2 Frekvenční transformace	93
2.3.3.3 Aproximace při syntéze filtrů	98

2.3.3.3.1	Empirické aproximace	str. 99
2.3.3.3.2	Maximálně ploché aproximace	100
2.3.3.3.3	Čebyševské aproximace	102
2.3.3.3.4	Návrh filtrů s lineární fázovou frekvenční charakteristikou	103
2.3.4	Realizace přenosové funkce	104
2.3.4.1	Sestavení čtyřpólové matice filtru	104
2.3.4.2	Uvážení vlivu ztrát ve filtru	105
2.4	Nelineární zpracování biologických signálů	107
2.4.1	Nesetrvačné nelineární zpracování signálů	110
2.4.1.1	Modulace a demodulace	1110
2.4.1.2	Omezování signálu, indikace úrovně	112
2.4.1.3	Obnovení stejnosměrné složky	114
3.	Diskrétní zpracování biologických signálů	115
3.1	Diskretizace signálu, etapy zpracování biologických signálů	115
3.1.1.	Diskrétní reprezentace signálu, vzorkování a popis diferenčními vztahy	116
3.1.2	$\mathcal{Z}$ transformace	120
3.1.3	Příklady diskrétních signálů	127
3.1.4	Obnovení spojitého signálu	130
3.1.5	Zařazení diskrétního zpracování	133
3.1.6	Rozdělení diskrétních metod zpracování signálů	135
3.2	Diskrétní lineární systém	138
3.2.1	Obecný popis lineárního diskrétního systému	138
3.2.2	Analýza systému 1.řádu	139
3.2.3	Zobrazení činnosti systému 1.řádu v transformaci	142
3.2.4	Rozbor chování soustav m-tého řádu	144
3.2.4.1	Podmínky stability	147
3.2.4.2	Spojování soustav	149
3.2.4.3	Realizace lineárních systémů	151
3.3	Návrh číslicových filtrů	156
3.3.1	Návrh filtrů s nekonečnou impulsovou odezvou	156
3.3.1.1	Transformace přenosové funkce v rovině p do roviny z	156
3.3.1.2	Aproximace	158
3.3.1.3	Frekvenční transformace	164
3.3.1.4	Příklady návrhu	166
3.3.2	Návrh číslicového filtru s KIO (Ing.J.Kozumplík)	169
3.3.2.1	Základní vlastnosti KIO filtrů	169
3.3.2.2	Kmitočtové charakteristiky KIO filtrů	171
3.3.2.3	Aproximace KIO filtrů	171
3.3.2.3.1	Metody váhových posloupností	171
3.3.2.3.2	Metody kmitočtového vzorkování	179
3.3.2.4	Poznámky k realizaci KIO filtrů	183
3.4	Kvantovací chyby v číslicových filtrech (Ing.J.Kozumplík)	186
3.4.1	Číselné zobrazení s omezenou délkou slova	186
3.4.2	Kvantování vstupního signálu	189
3.4.3	Kvantování vnitřních signálů	191
3.4.4	Kvantování koeficientů filtru	196
3.4.5	Omezená délka slova a způsob realizace	197
3.5	Inverzní filtry (Ing.J.Kozumplík)	198
3.5.1	Přesná lineární dekonvoluce	198

3.6	Kumulační zpracování signálu	str.202
3.6.1	Kumulace se stejnými vahami	206
3.6.2	Kumulace s exponenciálními vahami	207
3.7	Diskrétní lineární transformace a zpracování ve frekvenční oblasti	209
3.7.1	Diskrétní Fourierova transformace	211
3.7.1.1	Základní vlastnosti DFT	211
3.7.1.2	Výpočet DFT	223
3.7.2	Zpracování signálu v kmitočtové oblasti	225
3.7.2.1	Wienerova filtrace	234
3.7.2.2	Kalmanův filtr	236
3.7.2.3	Parcevalův teorém	239
3.7.3	Vícerozměrné transformace a jejich použití	239
3.7.4	Walshova a Hasrova transformace	242
3.8	Nelineární diskretní zpracování signálů	246
3.8.1	Nelineární nesetrvačné systémy	246
3.8.2	Homomorfické systémy	247
3.8.2.1	Homomorfická filtrace	249
Seznam častěji používaných symbolů a zkratek		255
Literatura		257