

Obsah

	Úvod	4
1	Systémová analýza	5
1.1	Vymezení základních aplikací systémové vědy	5
1.2	Metodologie systémové analýzy	5
1.3	Složité chemickotechnologické systémy	7
1.3.1	Topologie složitých technologických systémů	8
1.3.2	Základní pojmy teorie grafů	8
1.3.3	Obecná představa struktury a způsoby jejího zápisu	9
1.3.4	Parametry proudů a popis uzlů	12
1.3.5	Reprezentace složitého technologického procesu	13
1.3.6	Bloková schemata a graf toku signálů	15
1.3.7	Metody řešení složitých systémů	17
1.4	Strukturní analýza	19
1.5	Analýza grafů	21
1.5.1	Dekompozice blokových schemat	21
1.5.2	Dekompozice grafu signálových toků	24
1.6	Analýza složitých soustav rovnic	26
1.6.1	Rozklad soustavy rovnic na neredukovatelné podsystemy	27
1.6.2	Hierarchické uspořádání neredukovatelných subsystémů	29
1.6.3	Dekompozice rozpojováním informačního toku	36
	Literatura	41
2	Systémová syntéza	42
2.1	Metodologie systémové syntézy	42
2.2	Metody syntézy struktury procesu	44
2.3	Syntéza typových zařízení	45
2.3.1	Syntéza sítě tepelných výměníků	45
2.3.2	Syntéza separačních zařízení	46
2.3.3	Syntéza chemických reaktorů	48
2.3.4	Syntéza heterogenních linek	49
2.4	Optimalizace provozu chemickotechnologického zařízení	49
2.5	Syntéza řízení technologických procesů	53
2.5.1	Základní pojmy	53
2.5.2	Syntéza struktury řízení	54
2.5.3	Požadavky na řízení	55
2.5.4	Výběr řízení	55
2.5.5	Výběr akčních veličin	55
2.5.6	Vzájemné propojení měřených a akčních veličin	56
2.5.7	Dekompozice systému řízení	56
2.5.8	Analýza vhodnosti struktury řízení	59
2.5.9	Dekompozice procesu při syntéze struktury řízení	63
2.5.9.1	Algoritmus generování přípustných alternativ struktur řízení	65
2.5.9.2	Syntéza struktury řízení v chemickém procesu	68
	Literatura	72
3	Metody optimalizace složitých systémů	73
3.1	Základní pojmy a definice	73
3.2	Stanovení volného extrému	74
3.2.1	Podmínky 1. řádu	74
3.2.2	Podmínky 2. řádu	75
3.2.3	Iterační metody hledání volného extrému	76
3.2.3.1	Gradientní metoda	77
3.2.3.2	Metoda Newtona	79
3.2.4	Negradientní metody stanovení extrému	80

3.2.4.1	Metoda strmého spádu	80
3.2.4.2	Metoda relaxační	81
3.2.4.3	Metoda cyklické záměny proměnných (Gauss - Seidlova metoda)	82
3.2.4.4	Metoda simplexů (metoda pružných polyedrů)	83
3.2.5	Metody pro stanovení globálního extrému	85
3.2.5.1	Metoda systematického průzkumu (metoda sítě)	85
3.2.5.2	Metoda těžké kuličky	86
3.2.5.3	Extrapolační metoda	87
3.2.6	Metody pro stanovení extrému funkcí jedné proměnné	88
3.2.6.1	Metoda se zpětným krokem	88
3.2.6.2	Metoda lokalizace extrému	89
3.2.6.3	Metoda zlatého řezu	90
3.2.6.4	Metoda s použitím čísel Fibonacci (metoda Kifera - Johnsona)	91
3.3	Stanovení vázaného extrému s omezením ve tvaru rovnic	93
3.3.1	Podmínky prvního řádu	93
3.3.2	Podmínky druhého řádu	95
3.3.3	Iterační metody hledání vázaného extrému	95
3.3.3.1	Gradientní metoda	95
3.3.3.2	Newtonova metoda	96
3.4	Stanovení vázaného extrému s omezením ve tvaru nerovnic	96
3.4.1	Podmínky 1. řádu	96
3.4.2	Podmínky 2. řádu	97
3.5	Zobecněná úloha stanovení vázaného extrému s omezujícími podmínkami .	98
3.6	Metody stanovení vázaného extrému s omezujícími podmínkami	99
3.6.1	Metoda opakovaného překročení hranice omezení (metoda opakovaného návratu)	99
3.6.2	Metoda průměru gradientů (metoda přípustných směrů)	100
3.6.3	Metoda zobecněného kritéria (metoda pokutových funkcí)	103
3.6.4	Metoda center	104
	Literatura	105
4	Dynamická optimalizace	106
4.1	Variační počet	106
4.1.1	Základní pojmy	106
4.1.2	Matematický aparát variačního počtu. Eulerova rovnice	108
4.1.3	Některé zvláštní případy řešení Eulerovy rovnice	110
4.2	Princip maxima	111
4.2.1	Formulace úlohy	111
4.2.2	Problém minimalizace času	114
4.3	Dynamické programování	115
4.3.1	Vícestupňové procesy	115
4.3.2	Princip optimálnosti	116
4.3.3	Matematická formulace principu optimálnosti pro vícestupňové procesy. Rovnice Bellmana	117
4.3.4	Algoritmus dynamického programování	118
4.3.5	Princip optimálnosti pro procesy s rozloženými parametry	119
	Literatura	120
5	Řízení složitých systémů	121
5.1	Základní pojmy	121
5.1.1	Složitý systém	121
5.1.2	Prvky dvojúrovňového systému	122
5.1.3	Koordinace	124
5.1.4	Koordinační principy	126
5.2	Mnohúrovňové řídicí struktury	128
5.2.1	Koordinační metody v problémech statické optimalizace	128

5.2.1.1	Metoda koordinace cílů	131
5.2.1.2	Metoda koordinace modelů	133
5.2.1.3	Smišená metoda	135
5.2.1.4	Porovnání koordinačních metod v problémech statické optimalizace	137
5.2.1.5	Rozšíření problematiky o nelineární vazby mezi subsystémy	137
5.2.2	Koordinační metody v problémech dynamické optimalizace	143
5.2.2.1	Přímé hierarchické řízení v lineárně-kvadratických problémech	143
5.2.2.2	Zpětnovazební hierarchické řízení v lineárně-kvadratických problémech	147
5.2.2.3	Hierarchické řízení při nelineárních problémech	148
5.3	Mnohovrstvové řídicí struktury	151
5.3.1	Uspořádání vrstev systému	152
5.3.2	Trojvrstvá struktura dynamické optimalizace spojitého systému s po- ruchami (popis systému pomocí diferenčních rovnic)	153
5.3.2.1	Formulace globální úlohy	153
5.3.2.2	Formulace úloh jednotlivých vrstev	154
5.4	Stabilizace složitých systémů	164
5.4.1	Decentralizovaná stabilizace složitých lineárních systémů	164
5.4.2	Exponenciální stabilizace složitých systémů	178
5.4.2.1	Formulace problému	178
5.4.2.2	Stabilizace pomocí úplné decentralizace	178
5.4.2.3	Mnohoúrovňová stabilizace	180
5.5	Použití smíšené koordinační metody pro systémy s vnějšími poruchami	190
5.6	Příklady řízení složitých systémů	194
5.6.1	Koordinace v hierarchických algoritmech	195
5.6.1.1	Hierarchická optimalizace lineárních systémů s kvadratickou účelovou funkcí	195
5.6.1.2	Hierarchická optimalizace nelineárních systémů s kvadratickou účelo- vou funkcí	204
5.6.2	Koordinace v procesu výroby PAD vlákna	212
5.6.2.1	Subsystém P_1 - polymerace	212
5.6.2.2	Subsystém P_2 - zvlákňování	215
5.6.2.3	Koordinace řízení výroby PAD vláken	217