

Úvod	3
<u>1. Světová energetická situace a úloha jaderné energie</u>	4
1.1 Světový energetický problém	5
1.2 Světová spotřeba primární energie	8
1.3 Světové zdroje primární energie	12
1.3.1 Fosilní paliva	12
1.3.2 Obnovitelné zdroje primární energie	16
1.4 Úloha jaderné energie ve světovém energetickém systému	22
Kontrolní otázky k 1. kapitole	27
<u>2. Úloha plutonia v jaderné energetice</u>	28
2.1 Možnosti využití plutonia	28
2.2 Recyklování paliva v tepelných reaktorech	31
2.3 Recyklování plutonia v rychlých reaktorech	33
Kontrolní otázky ke 2. kapitole	35
<u>3. Ekologické problémy dalšího rozvoje jaderné energetiky</u>	36
3.1 Biologické účinky ionizujícího záření	36
3.1.1 Hodnocení rizika v závislosti na dávce	37
3.1.2 K otázce linearizace radiačních účinků	39
3.2 Riziko a náklady	40
3.3 Vliv jaderné energie na životní prostředí	43
3.3.1 Nominální provoz jaderných elektráren	43
3.3.2 Havárie s únikem radioaktivity	44
3.3.3 Vnější palivový cyklus	46
3.3.4 Doprava radioaktivních materiálů	51
Kontrolní otázky ke 3. kapitole	52
<u>4. Energetická situace v ČSSR a úloha jaderné energie</u>	53
4.1 Spotřeba primární energie v ČSSR	53
4.2 Rozvoj primárních zdrojů energie v ČSSR	56
4.3 Rozvoj československé elektroenergetiky	58
4.4 Perspektivy jaderné energetiky v ČSSR	59
Kontrolní otázky ke 4. kapitole	61
<u>5. Jaderný energetický reaktor a jeho hlavní části</u>	62
5.1 Palivové články	62
5.1.1 Kysličník uraničitý - UO_2	63
5.1.2 Obohacování uranu	64
5.2 Aktivní zóna	66
5.3 Moderátor	66
5.3.1 Jaderná hlediska	66
5.3.2 Obyčejná a těžká voda	67
5.4 Systém odvodu tepla	68
5.4.1 Kouzové dochlazování reaktoru	69

5.4.2	Voda	69
5.4.3	Plyny	71
5.4.4	Tekuté kovy	71
5.5	Reflektor	73
5.6	Množivá zóna	74
5.7	Reaktorová nádoba	75
5.8	Stínění	78
5.9	Systém řízení reaktoru	79
5.9.1	Funkce systému řízení	79
5.9.2	Absorpční tyče	81
5.9.3	Regulace rychlých reaktorů	83
5.10	Systém výměny a přemísťování paliva	83
5.11	Ochranná obálka (kontejnment)	83
	Kontrolní otázky k 5. kapitole	86
6.	<u>Základní typy energetických reaktorů</u>	88
6.1	Dosavadní vývoj energetických reaktorů	89
6.2	Současný stav vývoje jaderných energetických reaktorů	92
	Kontrolní otázky k 6. kapitole	94
7.	<u>Tlakovodní reaktory VVER</u>	95
7.1	Reaktory VVER-440	96
7.1.1	Palivová tyč	97
7.1.2	Palivový článěk	101
7.1.3	Regulační článěk	101
7.1.4	Koš aktivní zóny	104
7.1.5	Blok ochranných trubek	106
7.1.6	Nosný válec aktivní zóny (šachta)	106
7.1.7	Reaktorová nádoba	108
7.1.8	Reaktor VVER-440	108
7.1.9	Tepelné schéma jaderné elektrárny s reaktorem VVER-440	109
7.1.10	Parní generátor	111
7.1.11	Hlavní oběhová čerpadla	112
7.1.12	Kompenzátor objemu	113
7.1.13	Hlavní uzavírací šoupátko	114
7.1.14	Hlavní oběhová potrubí	115
7.2	Bezpečnostní systémy reaktorů VVER	115
7.3	Reaktor VVER-1000	119
7.3.1	Palivový článěk	119
7.3.2	Vnitřní části reaktoru	121
7.3.3	Reaktorová nádoba	121
7.3.5	Primární okruh a ochranná obálka	123
7.4	Vývojové tendence reaktorů VVER	124
	Kontrolní otázky k 7. kapitole	128
8.	<u>Tlakovodní reaktory západní koncepce</u>	129
8.1	Produkce tlakovodních reaktorů v období 1971 - 1985	129
8.2	Vývojové tendence tlakovodních reaktorů západní koncepce	132
8.2.1	Růst jednotkového výkonu reaktoru	132
8.2.2	Počet smyček	134

8.2.3	Reaktorová nádoba	134
8.2.4	Palivové články	135
8.2.5	Řídicí systém reaktoru	136
8.2.6	Pohon regulačních tyčí	138
8.2.7	Zvýšení pohotovosti reaktoru	139
8.3	Tlakovodní reaktory KWU-Biblis	140
8.3.1	Harmonogram výstavby	140
8.3.2	Koncepce jaderné elektrárny	140
8.3.3	Ochranná obálka	141
8.3.4	Reaktor elektrárna Biblis	142
8.3.5	Parní generátory	144
8.3.6	Hlavní oběhové čerpadlo	145
8.4	Úloha malých a středních reaktorů	146
8.4.1	Francouzské tlakovodní reaktory CAS	147
8.4.2	Západoněmecký integrovaný tlakovodní reaktor	149
8.4.3	Skandinávský projekt SECURE	150
	Kontrolní otázky k 8. kapitole	151
9.	<u>Varné reaktory</u>	153
9.1	Základní koncepce varných reaktorů	153
9.2	Standardizovaný projekt BWR-6 (GE)	156
	Kontrolní otázky k 9. kapitole	158
10.	<u>Sovětské grafitové reaktory chlazené vodou</u>	159
10.1	Základní charakteristiky	160
10.2	Leningradská jaderná elektrárna	161
10.3	Bilibinská jaderná elektrárna	164
10.4	Reaktory RBMK-1500	165
10.5	Jaderné přehřívané páry	165
10.6	Nové projekty reaktorů RBMK	165
	Kontrolní otázky k 10. kapitole	166
11.	<u>Grafitové reaktory chlazené plynem</u>	167
11.1	Magnoxové reaktory (CCR)	167
11.2	Zdokonalený plynem chlazený reaktor - AGR	168
11.2.1	Prototyp AGR - reaktor ve Windscale	168
11.2.2	Průmyslová jednotka AGR	169
11.3	Vysokoteplotní reaktory chlazené héliem (HTGR)	170
11.3.1	Základní koncepce vysokoteplotních reaktorů	170
11.3.2	950 °C na výstupu z reaktoru AVR - Jülich	172
11.3.3	Americké HTGR s hexagonálními palivovými články	174
11.3.4	Nerealizované projekty	176
11.3.5	Západoněmecká demonstrační jednotka THTR-300	177
11.3.6	Další vyhlídky vysokoteplotních reaktorů	177
	Kontrolní otázky k 11. kapitole	179
12.	<u>Rychlé množivé reaktory</u>	180
12.1	Charakteristické rysy FER	180
12.2	Základní koncepce rychlých reaktorů	181

12.2.1	Sodík jako chladivo rychlých reaktorů	181
12.2.2	Aktivní zóna	181
12.2.3	Parní generátory	184
12.2.4	Systém výměny paliva	185
12.3	Demonstrační elektrárny	186
12.3.1	Sovětský rychlý reaktor BN-350	186
12.3.2	Další demonstrační elektrárny s FER	189
12.4	Průmyslové prototypy	189
12.4.1	Sovětský rychlý reaktor BN-600	189
12.4.2	Francouzský reaktor Super-Phénix	190
12.4.3	Projekt sovětského reaktoru BN-1600	195
12.4.4	Britský reaktor CFR-1	196
12.4.5	Západoněmecký projekt SNR-2	196
	Kontrolní otázky ke 12. kapitole	197
	Použitá a doporučená literatura	198