

Wstęp	XI
ROZDZIAŁ 1. Podstawowe zagadnienia z fizyki atomowej i jądrowej	1
ROZDZIAŁ 2. Wykładnia bezpieczeństwa radiologicznego	43
ROZDZIAŁ 3. Zdarzenia radiacyjne	93
ROZDZIAŁ 4. Prowadzenie działalności związanej z wykorzystywaniem promieniowania jonizującego	115
ROZDZIAŁ 5. Urządzenia z wbudowanymi źródłami promieniowania jonizującego oraz generatory radionuklidów	123
ROZDZIAŁ 6. Reaktory jądrowe	137
ROZDZIAŁ 7. Studium przypadku – katastrofy radiologiczne	207
Zakończenie	227
Spis używanych skrótów	229
Bibliografia	233

Wstęp	XI
ROZDZIAŁ 1. Podstawowe zagadnienia z fizyki atomowej i jądrowej	1
1.1. Budowa atomu	1
1.2. Izotopy	5
1.3. Przemiany i reakcje jądrowe	6
1.3.1. Przemiana α	8
1.3.2. Przemiany β^- i β^+	8
1.3.3. Wychwył elektronu	10
1.3.4. Emisja neutronu	11
1.3.5. Emisja kwantu γ oraz X	12
1.3.6. Prawo rozpadu promieniotwórczego	15
1.3.7. Reakcje fuzji (syntezy)	16
1.3.8. Reakcje rozszczepienia (podziału)	17
1.3.9. Reakcje wymiany	18
1.3.10. Szeregi promieniotwórcze	18
1.4. Promieniowanie	20
1.4.1. Promieniowanie α (alfa)	22
1.4.2. Promieniowanie β (beta)	23
1.4.3. Promieniowanie γ i X (gamma oraz rentgenowskie)	24
1.4.4. Promieniowanie n (neutronowe)	25
1.4.5. Detekcja promieniowania jonizującego	26
1.5. Narazenie na promieniowanie jonizujące	29
1.5.1. Biologiczne skutki promieniowania jonizującego	32
1.5.2. Ocena narażenia i dawki promieniowania jonizującego	35
ROZDZIAŁ 2. Wykładnia bezpieczeństwa radiologicznego	43
2.1. Istota bezpieczeństwa jądrowego	48
2.1.1. Podstawowe zasady bezpieczeństwa jądrowego	50
2.1.2. Badania środowiskowe i lokalizacyjne	51
2.1.3. Strefy i obszary planowania awaryjnego	53
2.1.4. Obrona w głąb, czyli zabezpieczenia wielostopniowe	55

2.1.5.	Ochrona fizyczna materiałów i obiektów jądrowych	61
2.1.6.	Cyberbezpieczeństwo	64
2.2.	Istota ochrony radiologicznej	66
2.2.1.	Ochrona radiologiczna pracowników	68
2.2.2.	Ochrona radiologiczna pacjentów	73
2.2.3.	Ochrona radiologiczna społeczeństwa	77
2.2.4.	Ochrona radiologiczna państwa	80
2.2.5.	Ochrona radiologiczna środowiska naturalnego i zwierząt	81
2.2.6.	Ochrona radiologiczna obiektów jądrowych	84
2.3.	Kultura bezpieczeństwa	85
2.3.1.	Zintegrowany system zarządzania	88
2.3.2.	Kultura bezpieczeństwa komputerowego (cyberbezpieczeństwa)	90
ROZDZIAŁ 3.	Zdarzenia radiacyjne	93
3.1.	Czym są zdarzenia radiacyjne	94
3.2.	Medyczne wypadki radiologiczne	95
3.3.	Przyczyny zdarzeń radiacyjnych	96
3.4.	Działania i poziomy interwencyjne	97
3.4.1.	Działania uprzedzające	97
3.4.2.	Działania interwencyjne	100
3.5.	Obszar zdarzeń radiacyjnych	102
3.5.1.	Zasięg zdarzeń radiacyjnych	103
3.5.2.	Skutki zdarzeń radiacyjnych i skala INES	104
3.6.	Działania ratownicze	107
3.6.1.	Kierowanie akcją likwidacji zagrożenia oraz usuwania skutków zdarzenia radiacyjnego	108
3.6.2.	Kierowanie akcjami ratowniczymi	110
3.6.3.	Ekipy awaryjne	112
ROZDZIAŁ 4.	Prowadzenie działalności związanej z wykorzystywaniem promieniowania jonizującego	115
4.1.	Powiadomienie, zgłoszenie oraz uzyskiwanie zezwoleń	116
4.2.	Pracownie	118
4.3.	Postępowanie z odpadami	121
ROZDZIAŁ 5.	Urządzenia z wbudowanymi źródłami promieniowania jonizującego oraz generatory radionuklidów	123
5.1.	Jonizacyjne czujki dymu	124
5.2.	Izotopowe przyrządy pomiarowe	124
5.3.	Urządzenia do badań nieniszczących	125
5.4.	Urządzenia do brachyterapii	126

5.5. Generatory radionuklidów	127
5.6. Akceleratory cząstek	129
5.6.1. Akceleratory liniowe	130
5.6.2. Akceleratory kołowe (cyklotrony)	133
5.7. Lampy RTG	135
ROZDZIAŁ 6. Reaktory jądrowe	137
6.1. Czym są reaktory jądrowe	138
6.2. Reaktory I generacji	140
6.2.1. Arco, EBR-I (Experimental Breeder Reactor)	141
6.2.2. Obnińsk, AM-1 (Atom Mirny)	142
6.2.3. Calder Hall, Magnox	143
6.2.4. Shippingport, PWR	144
6.2.5. Świerk, EWA (Eksperymentalny Wodny Atomowy)	146
6.3. Reaktory II generacji	147
6.3.1. Reaktor wodny ciśnieniowy (PWR i WWER)	148
6.3.2. Reaktor wodny wrzący BWR	153
6.3.3. Reaktor kanałowy wielkiej mocy (RBMK)	157
6.3.4. Ciężkowodny reaktor ciśnieniowy (PHWR)	161
6.3.5. Reaktor chłodzony gazem (GCR)	165
6.4. Reaktory badawcze	169
6.5. Reaktory generacji III oraz III+	171
6.5.1. Zmodernizowany reaktor ciśnieniowy (AP1000)	174
6.5.2. Zmodernizowany reaktor ciśnieniowy (APR-1400)	176
6.5.3. Rosyjski reaktor ciśnieniowy (WWER-1200)	179
6.5.4. Europejski reaktor ciśnieniowy (EPR)	180
6.5.5. Zmodernizowane wodne reaktory wrzące (ABWR)	182
6.5.6. Zmodernizowany reaktor ciężkowodny (ACR)	184
6.6. Reaktory generacji IV	186
6.6.1. Reaktory powielające chłodzone ciekłym metalem (LMFR)	187
6.6.2. Wysokotemperaturowe reaktory chłodzone gazem (GFR i HTGR)	193
6.6.3. Reaktory z parą nadkrytyczną (SCWR)	201
6.6.4. Reaktory na stopionych solach (MSR)	202
6.6.5. Reaktor dwupłynowy (DFR)	202
ROZDZIAŁ 7. Studium przypadku – katastrofy radiologiczne	207
7.1. Katastrofa w Chalk River. Kanada, 1952 rok – INES 5	208
7.2. Katastrofa kyszytomska. Rosja, 1957 rok – INES 6	209
7.3. Windscale. Wielka Brytania, 1957 rok – INES 5	211
7.4. Three Mile Island. Stany Zjednoczone, 1979 rok – INES 5	213
7.5. Czarnobyl. Rosja, 1986 rok – INES 7	214

127	7.6. Goiânia. Brazylia, 1987 rok – INES 5	221
129	7.7. Fukushima. Japonia, 2011 rok – INES 7	222
130	7.8. Konkluzje	224
133	Zakończenie	227
	Spis używanych skrótów	229
138	Bibliografia	233