

SPIS TREŚCI

WSTĘP	9
I. WPROWADZENIE	11
1. Modelowanie i symulacja	11
1.1. Podstawy modelowania i symulacji	11
1.2. Rodzaje symulacji	18
1.3. Gry symulacyjne	24
1.4. Etapy realizacji projektów symulacyjnych	28
1.5. Nowe technologie w symulacji	39
1.6. Podsumowanie	44
II. SYMULACJA PRODUKTU	45
2. Projektowanie nowego produktu	45
2.1. Proces projektowania	45
2.2. Parametryzacja modelu produktu	48
2.3. Praktyczny przykład modelowania nowego produktu	55
2.4. Podsumowanie	60
3. Modelowanie i symulacja w projektowaniu produktu	61
3.1. Systemy komputerowe wspomagające projektowanie produktu	61
3.2. Zaawansowane techniki projektowania	73
3.3. Modelowanie adaptacyjnych części i zespołów produktu	80
3.4. Prototypowanie wirtualne i fizyczne	87
3.5. Podsumowanie	90
III. SYMULACJA PROCESU	91
4. Projektowanie/przeprojektowywanie procesu	91
4.1. Projektowanie procesu	92
4.2. Pomiar procesu	93
4.3. Równoważenie procesu	102

4.4.	Doskonalenie procesu.	104
4.5.	Podsumowanie.	111
5.	Modelowanie i symulacja w projektowaniu/przeprojektowywaniu procesu	112
5.1.	Model koncepcyjny.	115
5.2.	Metody poprawiania reprezentacji procesu rzeczywistego.	129
5.3.	Równoważenie procesu produkcyjnego.	138
5.4.	Modelowanie zakłóceń.	142
5.5.	Scenariusze eksperymentów symulacyjnych i optymalizacja	153
5.6.	Systemy komputerowe wspomagające projektowanie/przeprojektowywanie procesu - Arena, FlexSim, Simulation Plant, Simio, Anylogic.	161
5.7.	Podsumowanie.	163
IV.	FABRYKA - SYMULACJA WIELU PROCESÓW.	165
6.	Projektowanie/przeprojektowywanie fabryk.	165
6.1.	Fabryka	165
6.2.	Modelowanie i symulacja przy projektowaniu fabryk	167
6.3.	Podsumowanie.	180
7.	Zarządzanie fabryką - wieloma procesami.	181
7.1.	Planowanie i sterowanie produkcją z wykorzystaniem symulacji.	181
7.2.	Integracja systemów wspomagających zarządzanie produkcją z systemami symulacyjnymi	187
7.3.	Podsumowanie.	197
V.	TECHNOLOGIE PRZEMYSŁU 4.0	198
8.	Generowanie modeli symulacyjnych.	198
8.1.	Potrzeba automatycznego generowania modeli	198
8.2.	Metody automatycznego lub półautomatycznego generowania modeli symulacyjnych.	203
8.3.	Dostęp do danych w procesie tworzenia modeli symulacyjnych.	215
8.4.	Interfejsy wymiany danych i wewnętrzne języki programowania	219
8.5.	Konwersja danych na kod modelu symulacyjnego.	225
8.6.	Przykład praktyczny.	228
8.7.	Podsumowanie.	232
9.	Technologie wspierające symulacje.	233
9.1.	Systemy inteligentnej fabryki	233
9.2.	Cyfrowe bliźniaki.	239
9.3.	Praktyczne zastosowanie dyskretnych modeli symulacyjnych w implementacji cyfrowego bliźniaka	244
9.4.	Zastosowanie algorytmów uczenia maszynowego i symulacji dyskretniej w implementacji systemów cyber-fizycznych.	254
9.5.	Podsumowanie.	265
10.	Cyfrowa fabryka	265
10.1.	Koncepcja cyfrowej fabryki	265

SPIS TREŚCI

10.2. Etapy tworzenia cyfrowej fabryki	267
10.3. Systemy informatyczne wspierające tworzenie cyfrowej fabryki	270
10.4. Przykłady analiz produkcyjnych przeprowadzanych z wykorzystaniem modeli cyfrowej fabryki	271
10.5. Podsumowanie	277
11. Wirtualna i rozszerzona rzeczywistość	277
11.1. Ogólna charakterystyka digitalizacji rzeczywistych systemów.	277
11.2. Systemy wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości (sprzęt i oprogramowanie) ...	280
11.3. Przykłady stosowania technologii rozszerzonej rzeczywistości.	287
11.4. Podsumowanie.	293
PODSUMOWANIE-DOKĄD ZMIERZAMY.	294
BIBLIOGRAFIA	296
SŁOWNIK WAŻNIEJSZYCH POJĘĆ.	305
INDEKS.	309