

Spis treści

Przedmowa	9
1. Podstawowe charakterystyki rozkładu błędów; histogramy	11
1.1. Uwagi wstępne; histogramy	11
1.2. Wartość średnia z próby pomiarów	13
1.3. Dyspersja pomiarów w analizie błędów	14
1.4. Dystrybuanta empiryczna rozkładu	16
1.5. Przykłady rozkładów empirycznych	17
1.6. Parametry uzyskane na podstawie mierzonych danych i ich wartości teoretyczne	21
1.7. Zadania	22
2. Zdarzenia elementarne, zmienne losowe i prawdopodobieństwo	24
2.1. *Prawdopodobieństwo i zmienne losowe	24
2.2. Dystrybuanta rozkładu; gęstość prawdopodobieństwa rozkładu	30
2.3. Momenty	33
2.4. Normalny rozkład prawdopodobieństwa	37
2.5. Grawitacyjny ruch ośrodków sypkich	48
2.6. *Funkcja charakterystyczna rozkładu prawdopodobieństwa	52
2.7. *Stałe charakteryzujące zmienne losowe	55
2.8. *Deterministyczne funkcje zmiennych losowych	60
2.9. Przykłady jednowymiarowych rozkładów prawdopodobieństwa	61
2.9.1. Dyskretne rozkłady prawdopodobieństwa	62
2.9.2. Ciągłe rozkłady prawdopodobieństwa	64
2.9.3. Uwagi o innych rozkładach prawdopodobieństwa	74
2.9.4. Miary odchylenia od rozkładu normalnego	77
2.10. *Przybliżone metody konstruowania gęstości prawdopodobieństwa	78
2.11. Wielowymiarowe rozkłady prawdopodobieństwa	81
2.12. Zadania	89
3. Funkcje niezależnych zmiennych losowych	91
3.1. Podstawowe zależności	91
3.2. Przykłady prostych zastosowań	94

3.3.	Przykłady zastosowań w pomiarach pośrednich	96
3.4.	Uwagi o zastosowaniach w obliczeniach przedziałów tolerancji	98
3.5.	Analogia statyczna w analizie złożonych sieci wymiarowych	100
3.6.	Zadania	106
4.	Rozkłady dwuwymiarowe	107
4.1.	Uwagi wstępne	107
4.2.	Liniowa regresja danych pomiarowych	113
4.2.1.	Regresja pierwszego rodzaju	114
4.2.2.	Metoda najmniejszych kwadratów w wyznaczaniu prostej regresji	116
4.2.3.	Metoda momentów w wyznaczaniu prostej regresji	119
4.3.	Liniowe skorelowanie danych wyznaczanych z eksperymentu	121
4.4.	Dwuwymiarowe zmienne losowe o rozkładach ciągłych	125
4.5.	Dwuwymiarowy rozkład normalny	128
4.5.1.	Przypadek niezależnych zmiennych losowych	128
4.5.2.	Kołowy rozkład normalny	130
4.5.3.	Grawitacyjny ruch ośrodków sypkich	134
4.5.4.	Przypadek zależnych zmiennych losowych	138
4.6.	Zadania	143
5.	Dwuwymiarowe funkcje niezależnych zmiennych losowych	145
5.1.	Podstawowe zależności	145
5.2.	Rozkład równomierny niezależnych zmiennych losowych	149
5.2.1.	Analityczna metoda wyznaczania dwuwymiarowych wieloboków tolerancji	149
5.2.2.	Analogia statyczna w wyznaczaniu dwuwymiarowych wieloboków tolerancji	153
5.2.3.	Graficzna metoda wyznaczania dwuwymiarowych wieloboków tolerancji. Diagramy Williota	157
5.3.	Rozkład normalny niezależnych zmiennych losowych	161
5.4.	Pośrednia metoda wyznaczania elips stałego prawdopodobieństwa	166
5.5.	Zadania	168
6.	Rozkłady trójwymiarowe	170
6.1.	Uwagi wstępne	170
6.2.	Trójwymiarowe ciągle zmienne losowe	171
6.3.	Trójwymiarowy rozkład normalny	175
6.3.1.	Niezależne zmienne losowe	175
6.3.2.	Kulisty rozkład normalny	176
6.3.3.	Przypadek zależnych zmiennych losowych	178
6.4.	Zadania	180
7.	Trójwymiarowe funkcje niezależnych zmiennych losowych	182
7.1.	Podstawowe zależności	182
7.2.	Rozkład równomierny niezależnych zmiennych losowych	186
7.2.1.	Metoda analityczna wyznaczania wielościanów tolerancji	187
7.3.	Rozkład normalny niezależnych zmiennych losowych	195
7.4.	Pośrednia metoda wyznaczania elipsoid stałego prawdopodobieństwa	200
7.5.	Zadania	203

8. *Przypadek zagadnień uwikłanych	204
8.1. Uwagi wstępne	204
8.2. Niezależne zmienne losowe	206
8.2.1. Przypadek dwóch zmiennych losowych	206
8.2.2. Przypadek funkcji niezależnych zmiennych losowych	208
8.3. Zależne zmienne losowe	212
8.3.1. Przypadek dwóch zmiennych losowych	212
8.3.2. Zmienne losowe o rozkładzie normalnym	215
8.3.3. Większa liczba zmiennych – transformacja Rosenblatta	218
8.4. Zastosowania obliczeniowe	221
9. Dodatek. Pomocne pojęcia z rachunku prawdopodobieństwa	225
9.1. *Linearyzacja statystyczna	225
9.2. *Regresja wielowymiarowa	228
9.3. *Twierdzenia graniczne teorii prawdopodobieństwa	230
9.3.1. Pojęcie zbieżności probabilistycznej	231
9.3.2. Prawo wielkich liczb	232
9.3.3. Centralne twierdzenia graniczne	233
9.4. Elementy statystyki matematycznej	234
9.4.1. Estymatory	235
9.4.2. Testowanie hipotez statystycznych	237
9.4.3. Przedziały ufności	239
9.5. Uwagi bibliograficzne do dalszych studiów	239
Rozwiązania zadań	242
Bibliografia	259
Skorowidz	264