

SPIS TREŚCI:

Przedmowa	9
Stosowane symbole	11
1. PODSTAWY PLANOWANIA EKSPERYMENTÓW	13
1.1. Wstęp	13
1.2. Pojęcia podstawowe	14
1.3. Cele eksperymentu	18
1.3.1. Selekcja zmiennych niezależnych	20
1.3.2. Identyfikacja modelu matematycznego	21
1.3.3. Optymalizacja	26
1.4. Organizacja i realizacja eksperymentu	28
1.4.1. Sformułowanie problemu badawczego	28
1.4.1.1. Cel eksperymentu, analiza warunków i środków	29
1.4.1.2. Struktura procesu, wybór i klasyfikacja zmiennych – „czarna skrzynka”	29
1.4.1.3. Dobór zakresu zmiennych, ograniczenia i obszar eksperymentu	31
1.4.2. Wybór, przygotowanie i wykonanie planu eksperymentu	32
1.4.2.1. Plany selekcji zmiennych	33
1.4.2.2. Plany czynnikowe całkowite i ułamkowe (typu 2k i 2k–p)	34
1.4.2.3. Kompozycyjne plany drugiego stopnia	34
1.4.2.4. Metoda simpleksów	35
1.4.2.5. Metoda największego spadku (gradientowa Boxa-Wilsona)	38
1.4.3. Opracowanie wyników planu eksperymentu	39
1.4.3.1. Liniowa regresja wielokrotna	39
1.4.3.2. Selekcja zmiennych niezależnych	41
1.4.3.3. Identyfikacja modelu na podstawie planu czynnikowego typu 2k lub 2k–p	42
1.4.3.4. Identyfikacja modelu na podstawie planu rotabilnego	44
1.4.3.5. Identyfikacja modelu na podstawie wyników bezplanowych	45
1.4.3.6. Optymalizacja	46
1.4.4. Ocena uzyskanych wyników – testowanie hipotez statystycznych	48
1.4.4.1. Wariancja powtarzalności	48
1.4.4.2. Wariancja resztkowa	49
1.4.4.3. Wariancja współczynników równania regresji i prognozowanej wartości y	49
1.4.4.4. Wariancja adekwatności	50
1.4.4.5. Testowanie istotności równania regresji	50
1.4.4.6. Testowanie istotności współczynników równania regresji, bi	51
1.4.4.7. Badanie adekwatności modelu	51
1.4.5. Wyciągnięcie wniosków i podjęcie decyzji	52
1.5. Przykład – Optymalizacja syntezy KDBW	53
Sformułowanie problemu	54
Wybór, przygotowanie i wykonanie planu eksperymentu	56
Opracowanie i ocena wyników	58
Wyciągnięcie wniosków i podjęcie decyzji	67
2. WYBRANE ALGORYTMY	69
2.1. Uwagi wstępne	69
2.2. MS Excel	70
2.2.1. Wprowadzanie danych	71
2.2.2. Funkcje	71
2.2.3. Definiowanie tablic	72
2.2.4. Obliczanie współczynników równania regresji	73
2.3. Mathcad	74
Algorytm P1. Zmienne naturalne i kodowane	75
P1.1. Wstęp	75
P1.2. Plan eksperymentu (zmienne naturalne)	75

P1.3. Zmienne kodowane.....	76
P1.4. Plan eksperymentu (zmienne kodowane).....	77
Algorytm P2. Plan Placketta-Burmana	78
P2.1. Wstęp	78
P2.2. Układanie planu Placketta-Burmana.....	79
P2.3. Opracowanie wyników doświadczeń	81
P2.4. Przykład – rozwiązanie ogólne	82
P2.5. Przykład – zastosowanie MS Excel	84
P2.6. Przykład – zastosowanie programu Mathcad	85
Algorytm P3. Tworzenie planów czynnikowych typu 2k	88
P3.1. Wstęp	88
P3.2. Całkowity plan czynnikowy typu 2 ²	88
P3.3. Całkowite plany czynnikowe typu 2k	89
P3.4. Rozszerzone plany czynnikowe typu 2k	90
P3.5. Właściwości całkowitego planu czynnikowego (zmienne kodowane)	91
P3.6. Przykład.....	91
Algorytm P4. Tworzenie ułamkowych planów czynnikowych typu 2k–p.....	93
P4.1. Wstęp	93
P4.2. Tworzenie ułamkowego planu czynnikowego	93
Algorytm P5. Obliczanie równania regresji na podstawie planu czynnikowego typu 2k lub 2k–p	96
P5.1. Wstęp	96
P5.2. Obliczanie współczynników liniowego równania regresji	97
P5.3. Testowanie hipotez statystycznych.....	99
P5.3.1. Wstępna ocena	99
P5.3.2. Test F	100
P5.3.3. Analiza wariancji	101
P5.3.4. Wielokrotnie realizowany plan eksperymentu typu 2k	103
P5.3.5. Istotność współczynników równania regresji bi.....	105
P5.4. Przykłady – rozwiązanie ogólne	106
P5.5. Przykłady – zastosowanie MS Excel	112
Algorytm P6. Liniowe równanie regresji w zmiennych naturalnych	117
P6.1. Wstęp	117
P6.2. Przekształcenie liniowego równania regresji	117
P6.3. Przykład – rozwiązanie ogólne	118
P6.4. Przykład – zastosowanie MS Excel	120
Algorytm P7. Tworzenie planów kompozycyjnych drugiego stopnia.....	123
P7.1. Wstęp	123
P7.2. Plan rotatabilny.....	124
P7.2.1. Wartość ramienia gwiazdowego α	124
P7.2.2. Liczba doświadczeń n_0 w punkcie centralnym	124
P7.2.3. Tworzenie planu rotatabilnego drugiego stopnia	125
P7.2.4. Przykład	125
P7.3. Plan ortogonalny	127
P7.3.1. Wartość ramienia gwiazdowego α	127
P7.3.2. Liczba doświadczeń n_0 w punkcie centralnym	128
P7.3.3. Tworzenie planu ortogonalnego drugiego stopnia	128
P7.3.4. Przykład	129
Algorytm P8. Obliczanie równania regresji na podstawie kompozycyjnego planu rotatabilnego drugiego stopnia	131
P8.1. Wstęp	131

P8.2. Obliczanie współczynników równania regresji.....	131
P8.3. Wariant obliczania współczynników równania regresji	133
P8.4. Obliczanie wariancji powtarzalności, resztkowej i adekwatności	134
P8.5. Testowanie hipotez statystycznych.....	135
P8.6. Przykład – rozwiązanie ogólne	138
P8.7. Przykład – zastosowanie MS Excel	142
P8.8. Rozwiązanie równania macierzowego – zastosowanie programu Mathcad	148
 Algorytm P9. Obliczanie równania regresji na podstawie kompozycyjnego planu ortogonalnego drugiego stopnia	153
P9.1. Wstęp	153
P9.2. Przekształcenia liniowe zmiennych x_{2j}	153
P9.3. Obliczanie współczynników równania regresji.....	155
P9.4. Obliczanie wariancji powtarzalności, resztkowej i adekwatności	156
P9.5. Testowanie hipotez statystycznych.....	157
P9.6. Przykład – rozwiązanie ogólne	158
P9.7. Przykład – zastosowanie MS Excel	162
P9.8. Rozwiązanie równania macierzowego – zastosowanie programu Mathcad	171
 Algorytm P10. Punkt stacjonarny i analiza kanoniczna wielomianu drugiego stopnia	177
P10.1. Wstęp	177
P10.2. Tworzenie układu równań i jego rozwiązanie (dwie zmienne niezależne)	178
P10.3. Tworzenie układu równań i jego rozwiązanie (k zmiennych niezależnych)	180
P10.4. Przykłady	181
P10.4.1. Paraboloida (minimum)	181
P10.4.2. Minimaks (siodło).....	183
P10.4.3. Grzbiet.....	184
P10.4.4. Wielomian drugiego stopnia (trzy zmienne niezależne)	184
P10.5. Punkt stacjonarny i równanie kanoniczne (stosowanie programu Mathcad).....	186
 Algorytm P11. Równanie regresji drugiego stopnia w zmiennych naturalnych.....	189
P11.1. Wstęp	189
P11.2. Przekształcenie równania regresji.....	189
P11.3. Przykład – rozwiązanie ogólne	190
 Algorytm P12. Optymalizacja metodą simpleksów (metoda klasyczna)	191
P12.1. Wstęp	191
P12.2. Simpleks początkowy	192
P12.3. Poszukiwanie simpleksowe metodą klasyczną	192
P12.4. Zakończenie poszukiwania optimum	194
P12.5. Przykład – rozwiązanie ogólne	195
P12.6. Przykład – zastosowanie MS Excel	196
Algorytm P13. Optymalizacja metodą simpleksów (modyfikacja Nelder-Meada).....	198
P13.1. Wstęp	198
P13.2. Simpleks początkowy	198
P13.3. Zasada modyfikacji Nelder-Meada.....	199
P13.4. Realizacja modyfikacji Nelder-Meada	202
P13.5. Zakończenie poszukiwania optimum	204
P13.6. Szczególne przypadki zaplanowanych doświadczeń	204
P13.7. Przykłady	205
P13.7.1. Metoda simpleksów – zakres zmiennych nieograniczony	205
P13.7.2. Metoda simpleksów – zakres zmiennych ograniczony (wersja 1)	210
P13.7.3. Metoda simpleksów – zakres zmiennych ograniczony (wersja 2)	211
P13.8. Rozwiązanie przykładu – zastosowanie MS Excel	213

Algorytm P14. Optymalizacja metodą największego spadku	214
P14.1. Wstęp	214
P14.2. Początek poszukiwania optimum	215
P14.3. Realizacja poszukiwania optimum	216
P14.4. Zakończenie poszukiwania optimum	217
P14.5. Przykład – rozwiązanie ogólne	217
P14.6. Przykład – zastosowanie MS Excel	220
 Algorytm P15. Plan Boxa-Behnkena	 223
P15.1. Wstęp	223
P15.2. Plany Boxa-Behnkena o trzech lub czterech zmiennych	224
P15.3. Obliczanie równania regresji o trzech lub czterech zmiennych niezależnych	225
P15.4. Testowanie hipotez statystycznych	227
P15.5. Przykład – rozwiązanie ogólne	227
P15.6. Przykład – zastosowanie MS Excel	230
 Załącznik. Tablice statystyczne	 234
Literatura	237
Słownik polsko-angielski stosowanych terminów	241
Indeks	244