

SPIS TREŚCI

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ	7
WSTĘP	13
1. WPROWADZENIE DO PROBLEMATYKI BADAŃ NAUKOWYCH	15
1.1. Wprowadzenie	15
1.2. Podstawowe definicje	17
1.3. Metody badawcze	19
1.4. Modele	22
2. PLANOWANIE BADAŃ DOŚWIADCZALNYCH	25
2.1. Wprowadzenie	25
2.2. Klasyfikacja planów doświadczeń	28
2.3. Kryteria wyboru planu doświadczenia	30
2.4. Analiza wyników	32
2.4.1. Plany kompletne	32
2.4.1.1. Plany kompletne typu $n_k \neq \text{const}$	33
2.4.1.2. Plany kompletne typu $n_k \neq \text{const}$ (PS/DK-X)	33
2.5. Plany monoselekcyjne	36
2.5.1. Plany monoselekcyjne jednokrotne PS/DS-M:U	37
2.5.2. Plany monoselekcyjne wielokrotne PS/DS-M:M	39
2.6. Plany poliselekcyjne (wieloczynnikowe)	39
2.6.1. Plany frakcyjne (częściowe) PS/DS-P: n^{i-p}	40
2.6.2. Plany ortogonalne PS/DS-P: α	43
2.7. Plany randomizowane	44
2.7.1. Plany randomizowane kompletne PS/RK	46
2.7.2. Plany randomizowane blokowe PS/RB	48
3. STATYSTYCZNE OPRACOWANIE WYNIKÓW BADAŃ	51
3.1. Wprowadzenie	51
3.2. Rozkłady	52
3.3. Miary zmienności	57

3.3.1. Miary tendencji centralnej	57
3.3.2. Miary zmienności	59
3.4. Test statystyczny Pearsona λ^2 (CHI KWADRAT)	62
3.5. Test statystyczny t-Studenta	63
3.5.1. Ocenianie prawdziwej średniej	65
3.5.2. Różnica pomiędzy średnią i zerem	65
3.5.3. Różnica między dwiema średnimi	66
3.5.4. Przedział ufności	67
3.5.5. Algorytm stosowania testu t	67
3.6. Test statystyczny G-Grubbsa	68
3.7. Analiza wariancyjna	70
3.7.1. Test F-Snedecora (Fishera) dla wariancji	71
3.7.2. Przedział ufności dla wariancji	73
3.8. Korelacja – regresja	73
3.8.1. Korelacja liniowa dwóch zmiennych	74
3.8.2. Regresja liniowa dla więcej niż dwóch zmiennych (metoda regresji wielokrotnej)	79
3.8.3. Regresja krzywoliniowa	80
4. DOŚWIADCZALNA IDENTYFIKACJA MODELI DYNAMICZNYCH OBIEKTÓW PRZEMYSŁOWYCH	82
4.1. Podstawowe wiadomości o metodach identyfikacji	82
4.1.1. Cel identyfikacji modeli dynamicznych	82
4.1.2. Model dynamiczny obiektu	84
4.1.3. Klasyfikacja metod identyfikacji modeli dynamicznych	85
4.1.4. Podstawy eksperymentalnych metod identyfikacji modeli dynamicznych	87
4.1.5. Zasady identyfikacji modeli dynamicznych	88
4.1.5.1. Kryteria wyboru metod oceny	88
4.1.5.2. Przebieg doświadczalnej identyfikacji modelu	89
4.2. Zastosowanie aperiodycznych sygnałów testujących dla identyfikacji modeli dynamicznych	90
4.2.1. Sygnały testujące aperiodyczne stosowane w badaniach identyfikacyjnych	90
4.2.2. Wybór sygnału testującego	92

4.2.2.1. Wpływ charakterystyk obiektu na wybór sygnału testującego	92
4.2.2.2. Skalowanie sygnału testującego	94
4.2.2.3. Optymalizacja sygnałów testujących	96
4.2.3. Identyfikacja struktury modelu dynamicznego	96
4.2.4. Zasady postępowania przy identyfikacji parametrów modelu dynamicznego	99
4.3. Identyfikacja obiektów dynamicznych sygnałami periodycznymi	108
4.3.1. Idea metody	108
4.3.2. Wybór sygnałów testowych	112
4.3.3. Wybór zakresu częstotliwości badań	115
4.3.4. Metodyka wyznaczania charakterystyk częstotliwościowych	115
4.3.4.1. Metoda wyznaczania charakterystyk częstotliwościowych przez jednoczesny zapis sygnału wejściowego $x(t)$ i wyjściowego $y(t)$ z obiektu	116
4.3.4.2. Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych metodą kompensacyjną	117
4.3.4.3. Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych metodą pomiaru części rzeczywistej $Re[K(j\omega)]$ i części urojonej $Im[K(j\omega)]$ charakterystyki widmowej obiektu	117
4.3.4.4. Metodyka identyfikacji struktury obiektu na podstawie wyznaczonych charakterystyk częstotliwościowych	119
4.3.4.5. Identyfikacja parametrów modelu na podstawie charakterystyk częstotliwościowych (metoda punktów charakterystycznych)	121
4.3.4.6. Identyfikacja parametrów modelu na podstawie przebiegów elementarnych	123
4.4. Stochastyczne metody identyfikacji obiektów dynamicznych	128
4.4.1. Wprowadzenie	128
4.4.2. Podstawowe pojęcia w metodzie stochastycznej	130
4.4.3. Charakterystyki dynamiczne układów liniowych w ujęciu stochastycznym	135
4.4.4. Ocena błędów wyznaczania charakterystyk dynamicznych metodami stochastycznymi	138
4.5. Numeryczne metody identyfikacji obiektów dynamicznych z wykorzystaniem transformacji Fouriera	140

4.5.1. Wprowadzenie	140
4.5.2. Szeregi Fouriera i transformacja Fouriera	142
4.5.3. Problem dyskretyzacji sygnału pomiarowego	144
4.5.4. Niepożądane efekty transformacji Fouriera zdyskretyzowanych sygnałów pomiarowych	146
4.5.5. Estymacja gęstości widmowej metodami numerycznymi	149
4.5.6. Algorytm identyfikacji modelu obiektu dynamicznego z wykorzystaniem transformacji Fouriera	150
4.6. Identyfikacja modelu obiektu dynamicznego metodą analizy modalnej	152
5. IDENTYFIKACJA MODELI DYNAMICZNYCH METODAMI SYMULACYJNYMI	156
5.1. Podstawy metod symulacyjnych	156
5.2. Modele funkcjonalne jako podstawa do metod symulacyjnych	157
5.3. Budowa modelu symulacyjnego w środowisku MATLAB-SIMULINK	162
5.3.1. Podstawowe wiadomości o pakiecie MATLAB-SIMULINK	162
5.3.2. Podstawowe wiadomości o tworzeniu modelu symulacyjnego w środowisku SIMULINK	168
5.3.3. Budowa (tworzenie) modelu symulacyjnego	180
5.3.4. Badania symulacyjne w środowisku SIMULINK	184
5.4. Identyfikacja obiektów metodą elementów skończonych	187
5.4.1. Podstawy metody elementów skończonych	189
5.4.2. Procedura tworzenia modelu MES	194
5.4.3. Zastosowanie MES do identyfikacji modeli dynamicznych	205
6. PODSUMOWANIE	210
BIBLIOGRAFIA	211
INDEKS	212