

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	7
OD AUTORÓW	9
WYKAZ SKRÓTÓW I SYMBOLI	12
1. WIADOMOŚCI WSTĘPNE	15
1.1. Co to są drgania?	15
1.2. Oscylator harmoniczny	15
1.3. Zjawiska okresowe w przyrodzie	20
1.4. Drgania w technice	23
1.5. Wpływ drgań na człowieka	26
1.6. Przyczyny powstawania drgań	28
1.7. Zarys historii teorii drgań	31
1.8. Problematyka drgań na tle zadań inżynierskich	35
2. MODELOWANIE UKŁADÓW DRGAJĄCYCH	37
2.1. Pojęcie modelu	37
2.2. Badanie zjawisk za pomocą modeli	39
2.3. Modelowanie matematyczne procesów fizycznych	46
2.4. Elementy układów drgających i ich modele	53
2.5. Podstawowe metody modelowania układów drgających	64
2.6. Zabiegi upraszczające	71
2.7. O specyfice modelowania układów mechanicznych	85
3. DRGANIA UKŁADÓW LINIOWYCH O JEDNYM STOPNIU SWOBODY	90
3.1. Drgania swobodne	90
3.2. Drgania wymuszone siłą harmoniczną	98
3.3. Drgania wymuszone nagłym przyłożeniem siły	105
3.4. Drgania wymuszone kinematycznie	109
3.5. Metody przybliżone wyznaczania częstości własnej układu	111
4. KONCEPCJE SPECJALNE W BADANIU UKŁADÓW FIZYCZNYCH	114
4.1. Szeregi Fouriera	114
4.2. Całka Duhamela	120
4.3. Liczby zespolone	127
4.4. Przekształcenia Fouriera i Laplace'a	132

4.5.	Transmitancje i charakterystyki częstościowe układów liniowych	142
4.6.	Zmienne stanu, płaszczyzna fazowa i punkty osobliwe	155
4.7.	Funkcja Diraca	162
4.8.	Metoda współczynników i funkcji wpływu	166
4.9.	Równania całkowe jako modele zjawisk fizycznych	173
4.10.	Opis układów za pomocą schematów blokowych	179
4.11.	Elementy algebry liniowej	183
4.12.	Struktura rozwiązań układu równań różniczkowych liniowych	194
4.13.	Elementy rachunku prawdopodobieństwa i procesów losowych	200
5.	STATECZNOŚĆ RUCHU MODELI DYSKRETYCH	211
5.1.	Wstęp do zagadnień stateczności	211
5.2.	Stateczność w sensie Lapunowa	216
5.3.	Niektóre inne rodzaje stateczności	221
5.4.	Stateczność równań różniczkowych liniowych o współczynnikach stałych	225
5.5.	Stateczność równań różniczkowych liniowych o współczynnikach okresowych	232
5.6.	Badanie stateczności układów nieliniowych	236
5.7.	Badanie charakteru punktów osobliwych	241
5.8.	Niestandardowe zagadnienia teorii stateczności	250
6.	DRGANIA UKŁADÓW LINIOWYCH O WIELU STOPNIACH SWOBODY	252
6.1.	Układy o dwóch stopniach swobody	252
6.2.	Macierz modalna	269
6.3.	Układy o dużej liczbie stopni swobody	277
6.4.	Metody przybliżone wyznaczania częstości własnych	283
7.	DRGANIA LINIOWYCH UKŁADÓW CIĄGŁYCH JEDNOWYMIAROWYCH	288
7.1.	Co to są układy ciągłe?	288
7.2.	Podstawowe rodzaje układów ciągłych	289
7.3.	Drgania swobodne układów ciągłych jednowymiarowych	290
7.4.	Drgania wymuszone układów ciągłych jednowymiarowych	312
7.5.	Metody przybliżone analizy drgań układów ciągłych	314
7.6.	Fale w układach ciągłych na przykładzie struny	323
8.	DRGANIA PARAMETRYCZNE	326
8.1.	O przyczynach drgań parametrycznych	326
8.2.	Badanie stateczności równania Mathieugo	328
8.3.	Przykład badania stateczności układu parametrycznego	332
9.	DRGANIA NIELINIOWE	336
9.1.	O specyfice układów nieliniowych	336
9.2.	Przyczyny nieliniowości	338
9.3.	Podstawowe modele nieliniowe układów drgających	341
9.4.	Wyznaczanie głównych cech układów nieliniowych	342
9.5.	Synchronizacja	350
9.6.	Chaos	352
10.	DRGANIA SAMOWZBUDNE	355
10.1.	Wiadomości ogólne	355
10.2.	Mechanizm powstawania drgań samowzbudnych	356
10.3.	Rozważania energetyczne	358
10.4.	Przykłady układów samowzbudnych	359
10.5.	Wyprowadzenie równania van der Pola	361
10.6.	Rozwiązanie równania van der Pola	364

11. DRGANIA LOSOWE	367
11.1. Rola ujęcia losowego	367
11.2. Analiza modelu liniowego w przypadku wymuszenia losowego	368
11.3. Ruch płytki w podmuchu wiatru losowego	375
12. POMIARY DRGAŃ	379
12.1. Po co mierzyć drgania?	379
12.2. Co to znaczy mierzyć drgania?	380
12.3. Jak mierzyć drgania?	384
12.4. Najważniejsze zastosowania pomiarów	399
13. IDENTYFIKACJA UKŁADÓW DRGAJĄCYCH	404
13.1. Uwagi wstępne	404
13.2. Klasyfikacja metod identyfikacji	406
13.3. Identyfikacja tłumienia w układzie liniowym	407
13.4. Identyfikacja masy i sztywności układu	412
14. SYNTEZA UKŁADÓW DRGAJĄCYCH	413
14.1. Wprowadzenie	413
14.2. Rodzaje syntezy	414
14.3. Synteza bierna	415
14.4. Synteza czynna	419
15. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ TEORII DRGAŃ	428
15.1. Wielki milczek, czyli nie każdy dzwon bije	428
15.2. Belka Bernoullego-Eulera	434
15.3. Funkcje wpływu dla jednowymiarowych układów ciągłych	438
15.4. Wpływ siły wzdłużnej na częstość drgań giętnych belki	439
15.5. Stateczność regulatora Watta	442
15.6. Standardowe równanie Mathieugo	447
15.7. Prędkość krytyczna wałów wirujących	448
16. POSŁOWIE	451
16.1. Refleksje na temat klasyfikacji drgań	451
16.2. Literatura zalecana	453
16.3. Literatura dla dociekliwych	454
16.4. Co dalej?	455
DODATEK A. PRZEKSZTAŁCENIE LAPLACE'A	457
DODATEK B. WYBRANE WZORY MATEMATYCZNE	462
DODATEK C. KRÓTKIE NOTKI BIOGRAFICZNE	464
BIBLIOGRAFIA	467
SKOROWIDZ	470