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 DYSKRETNYCH 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