

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	9
OD AUTORÓW	11
WYKAZ SKRÓTÓW I SYMBOLI	14
1. WIADOMOŚCI WSTĘPNE	17
1.1. Co to są drgania?	17
1.2. Oscylator harmoniczny	17
1.3. Zjawiska okresowe w przyrodzie	22
1.4. Drgania w technice	25
1.5. Wpływ drgań na człowieka	28
1.6. Przyczyny powstawania drgań	30
1.7. Zarys historii teorii drgań	33
1.8. Problematyka drgań na tle zadań inżynierskich	37
2. MODELOWANIE UKŁADÓW DRGAJĄCYCH	39
2.1. Pojęcie modelu	39
2.2. Badanie zjawisk za pomocą modeli	41
2.3. Modelowanie matematyczne procesów fizycznych	48
2.4. Elementy układów drgających i ich modele	55
2.5. Podstawowe metody modelowania układów drgających	66
2.6. Zabiegi upraszczające	73
2.7. O specyfice modelowania układów mechanicznych	87
3. DRGANIA UKŁADÓW LINIOWYCH O JEDNYM STOPNIU SWOBODY	92
3.1. Drgania swobodne	92
3.2. Drgania wymuszone siłą harmoniczną	100
3.3. Drgania wymuszone nagłym przyłożeniem siły	107
3.4. Drgania wymuszone kinematycznie	111
3.5. Wprowadzenie do teorii wibroizolacji	113
3.6. Metody przybliżone wyznaczania częstości własnej układu	117
4. KONCEPCJE SPECJALNE W BADANIU UKŁADÓW FIZYCZNYCH	120
4.1. Szeregi Fouriera	120
4.2. Całka Duhamela	126
4.3. Liczby zespolone	133
4.4. Przekształcenia Fouriera i Laplace'a	138

4.5.	Transmitancje i charakterystyki częstotściowe układów liniowych	148
4.6.	Zmienne stanu, płaszczyzna fazowa i punkty osobliwe	161
4.7.	Funkcja Diraca	168
4.8.	Metoda współczynników i funkcji wpływu	172
4.9.	Równania całkowite jako modele zjawisk fizycznych	179
4.10.	Opis układów za pomocą schematów blokowych	185
4.11.	Elementy algebry liniowej	189
4.12.	Struktura rozwiązań układu równań różniczkowych liniowych	200
4.13.	Elementy rachunku prawdopodobieństwa i procesów losowych	206
5.	STATECZNOŚĆ RUCHU MODELI DYSKRETYCH	217
5.1.	Wstęp do zagadnień stateczności	217
5.2.	Stateczność w sensie Lapunowa	222
5.3.	Niektóre inne rodzaje stateczności	227
5.4.	Stateczność równań różniczkowych liniowych o współczynnikach stałych	231
5.5.	Stateczność równań różniczkowych liniowych o współczynnikach okresowych	238
5.6.	Badanie stateczności układów nieliniowych	242
5.7.	Badanie charakteru punktów osobliwych	247
5.8.	Niestandardowe zagadnienia teorii stateczności	256
6.	DRGANIA UKŁADÓW LINIOWYCH O WIELU STOPNIACH SWOBODY	258
6.1.	Układy o dwóch stopniach swobody	258
6.2.	Macierz modalna	275
6.3.	Układy o dużej liczbie stopni swobody	283
6.4.	Metody przybliżone wyznaczania częstości własnych	289
7.	DRGANIA LINIOWYCH UKŁADÓW CIĄGŁYCH JEDNOWYMIAROWYCH	294
7.1.	Co to są układy ciągłe?	294
7.2.	Podstawowe rodzaje układów ciągłych	295
7.3.	Drgania swobodne układów ciągłych jednowymiarowych	296
7.4.	Drgania wymuszone układów ciągłych jednowymiarowych	318
7.5.	Metody przybliżone analizy drgań układów ciągłych	320
7.6.	Fale w układach ciągłych na przykładzie struny	329
8.	DRGANIA PARAMETRYCZNE	332
8.1.	O przyczynach drgań parametrycznych	332
8.2.	Badanie stateczności równania Mathieu'ego	334
8.3.	Przykład badania stateczności układu parametrycznego	338
9.	DRGANIA NIELINIOWE	342
9.1.	O specyfice układów nieliniowych	342
9.2.	Przyczyny nieliniowości	344
9.3.	Podstawowe modele nieliniowe układów drgających	347
9.4.	Wyznaczanie głównych cech układów nieliniowych	348
9.5.	Synchronizacja	356
9.6.	Chaos	358
10.	DRGANIA SAMOWZBUDNE	361
10.1.	Wiadomości ogólne	361
10.2.	Mechanizm powstawania drgań samowzbudnych	362
10.3.	Rozważania energetyczne	364
10.4.	Przykłady układów samowzbudnych	365
10.5.	Wyprowadzenie równania van der Pola	367
10.6.	Rozwiązanie równania van der Pola	370

11. DRGANIA LOSOWE	373
11.1. Rola ujęcia losowego	373
11.2. Analiza modelu liniowego w przypadku wymuszenia losowego	374
11.3. Ruch płytki w podmuchu wiatru losowego	381
12. POMIARY DRGAŃ	385
12.1. Po co mierzyć drgania?	385
12.2. Co to znaczy mierzyć drgania?	386
12.3. Jak mierzyć drgania?	390
12.4. Najważniejsze zastosowania pomiarów	405
13. IDENTYFIKACJA UKŁADÓW DRGAJĄCYCH	410
13.1. Uwagi wstępne	410
13.2. Klasyfikacja metod identyfikacji	412
13.3. Identyfikacja tłumienia w układzie liniowym	413
13.4. Identyfikacja masy i sztywności układu	418
14. SYNTEZA UKŁADÓW DRGAJĄCYCH	419
14.1. Wprowadzenie	419
14.2. Rodzaje syntezy	420
14.3. Synteza bierna	421
14.4. Synteza czynna	425
15. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ TEORII DRGAŃ	434
15.1. Wielki milczek, czyli nie każdy dzwon bije	434
15.2. Belka Bernoullego-Eulera	440
15.3. Funkcje wpływu dla jednowymiarowych układów ciągłych	444
15.4. Wpływ siły wzdłużnej na częstość drgań giętnych belki	445
15.5. Stateczność regulatora Watta	448
15.6. Standardowe równanie Mathieugo	453
15.7. Prędkość krytyczna wałów wirujących	454
16. POSŁOWIE	457
16.1. Refleksje na temat klasyfikacji drgań	457
16.2. Literatura zalecana	459
16.3. Literatura dla dociekliwych	460
16.4. Co dalej?	461
DODATEK A. PRZEKSZTAŁCENIE LAPLACE'A	463
DODATEK B. WYBRANE WZORY MATEMATYCZNE	468
DODATEK C. KRÓTKIE NOTKI BIOGRAFICZNE	470
BIBLIOGRAFIA	473
SKOROWIDZ	477