

# Spis treści

PRZEDMOWA .....	9
-----------------	---

<b>Rozdział 1: Wiadomości wstępne</b> .....	13
---	----

## Wykład 1

1.1. Istota, występowanie i znaczenie drgań .....	13
1.2. Modele układów drgających .....	14
1.3. Modele oddziaływań wzbudzających drgania .....	16
1.4. Klasyfikacja drgań .....	17
1.5. Składanie drgań harmoniczných .....	18
1.6. Analiza harmoniczna drgań okresowych .....	23
1.7. Budowanie równań ruchu układów drgających .....	26
Pytania sprawdzające do wykładu 1 .....	29

<b>Rozdział 2: Drgania układu liniowego o jednym stopniu swobody</b> .....	31
--	----

## Wykład 2

2.1. Modele fizyczne układów o jednym stopniu swobody .....	31
2.2. Nieliniowe równanie ruchu i jego lokalna linearyzacja .....	32
2.3. Rozwiązanie liniowego równania drgań swobodnych .....	35
2.4. Logarytmiczny dekrement tłumienia .....	40
Pytania sprawdzające do wykładu 2 .....	44

## Wykład 3

2.5. Istota i przykłady drgań wymuszonych .....	45
2.6. Model matematyczny oscylatora liniowego z wymuszeniem harmoniczným .....	46
2.7. Rozwiązanie równania ruchu oscylatora liniowego z wymuszeniem harmoniczným .....	47
2.8. Drgania oscylatora liniowego przy wymuszeniu bezwładnościowym .....	53
2.9. Drgania oscylatora liniowego przy wymuszeniu kinematycznym .....	55
2.10. Amortyzacja drgań .....	57
Pytania sprawdzające do wykładu 3 .....	60

## Wykład 4

2.11. Zasada superpozycji i drgania przy wymuszeniu poliharmoniczným .....	61
2.12. Drgania oscylatora liniowego przy wymuszeniu dowolnym .....	63
2.13. Zastosowanie liczb zespolonych do badania drgań z wymuszeniem harmoniczným .....	66
2.14. Przykłady uzupełniające .....	67
Pytania sprawdzające do wykładu 4 .....	73

**Rozdział 3: Badanie i interpretacja drgań na płaszczyźnie fazowej** ..... 74

**Wykład 5**

3.1. Płaszczyzna fazowa, trajektoria fazowa, obraz fazowy..... 74  
3.2. Punkty osobliwe układu liniowego..... 78  
3.3. Izokliny i trajektorie proste w obrazie fazowym ..... 83  
Pytania sprawdzające do wykładu 5 ..... 86

**Wykład 6**

3.4. Mnogość punktów osobliwych i ich stateczność..... 87  
3.5. Trajektorie separujące..... 91  
3.6. Szkicowanie trajektorii i obrazów fazowych. Metoda izoklin ..... 93  
Pytania sprawdzające do wykładu 6 ..... 96

**Rozdział 4: Drgania układów liniowych o wielu stopniach swobody**..... 97

**Wykład 7**

4.1. Ogólna postać równań ruchu układów liniowych o wielu stopniach swobody ..... 97  
4.2. Drgania swobodne nietłumione ..... 99  
4.3. Postać ruchu odpowiadająca zerowej częstości własnej..... 105  
4.4. Drgania swobodne tłumione ..... 108  
Pytania sprawdzające do wykładu 7 ..... 111

**Wykład 8**

4.5. Drgania nietłumione wymuszone harmonicznie..... 112  
4.6. Drgania tłumione z wymuszeniem harmonicznym ..... 116  
4.7. Dynamiczny eliminator drgań ..... 118  
4.8. Drgania układów liniowych o wielu stopniach swobody przy wymuszeniu dowolnym..... 126  
Pytania sprawdzające do wykładu 8 ..... 127

**Rozdział 5: Drgania liniowych układów ciągłych** ..... 129

**Wykład 9**

5.1. Wiadomości wstępne o ciągłych układach drgających..... 129  
5.2. Drgania swobodne struny ..... 130  
5.3. Drgania swobodne podłużne pręta..... 138  
5.4. Drgania swobodne skrętne wału..... 141  
Pytania sprawdzające do wykładu 9 ..... 144

**Wykład 10**

5.5. Równanie drgań poprzecznych belki ..... 145  
5.6. Drgania swobodne belki bez tłumienia..... 146  
5.7. Dyskretyzacja zagadnienia drgań swobodnych belki – metoda Rayleigha ..... 156  
Pytania sprawdzające do wykładu 10 ..... 160

#### Wykład 11

5.8. Drgania belki wymuszone rozłożoną siłą harmoniczną .....	161
5.9. Drgania belki wymuszone skupioną siłą harmoniczną .....	166
5.10. Drgania belek wymuszone kinematycznie .....	168
Pytania sprawdzające do wykładu 11 .....	172

### Rozdział 6: Drgania układów nieliniowych .....

173

#### Wykład 12

6.1. Pochodzenie i rodzaje nieliniowości układów drgających .....	173
6.2. Właściwości nieliniowych drgań swobodnych nietłumionych .....	178
6.3. Drgania swobodne tłumione tarciem suchym .....	181
Pytania sprawdzające do wykładu 12 .....	184

#### Wykład 13

6.4. Pochodzenie wymuszeń i ich modele matematyczne .....	185
6.5. Właściwości nieliniowych drgań wymuszonych nietłumionych .....	186
6.6. Wpływ tłumienia na rezonans układu z nieliniową charakterystyką sprężystą .....	191
6.7. Rezonans ultra-sub-harmoniczny .....	192
Pytania sprawdzające do wykładu 13 .....	193

### Rozdział 7: Drgania parametryczne .....

194

#### Wykład 14

7.1. Istota drgań parametrycznych .....	194
7.2. Przykłady drgań parametrycznych w technice .....	195
7.3. Przykładowa analiza równania Hilla – rezonans parametryczny .....	203
Pytania sprawdzające do wykładu 14 .....	208

### Rozdział 8: Drgania samowzbudne .....

209

#### Wykład 15

8.1. Istota układów i drgań samowzbudnych .....	209
8.2. Podstawowe właściwości drgań samowzbudnych .....	209
8.3. Przykłady drgań samowzbudnych w technice .....	212
Pytania sprawdzające do wykładu 15 .....	219

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA .....

220