

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Inżynierii Lądowej

Kierunek studiów: Transport

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: TRA

Stopień studiów: II

Specjalności: Transport lotniczy

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                       |
|-----------------------------------------|-----------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Mechanika stosowana   |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                       |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIL TRA oIIS C4 16/17 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                  |
| SEMESTRY                                | 1                     |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA<br>AUDYTORYJNE | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKTY | SEMINARIUM |
|---------|--------|--------------------------|-------------|---------------------------------|----------|------------|
| 1       | 15     | 15                       | 0           | 0                               | 0        | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Podstawowe prawa statyki, kinematyki i dynamiki.

**Cel 2** Elementy sprężyste i lepko-sprężyste, energia potencjalna, energia dyssypowana, i energia kinetyczna.

**Cel 3** Równania Lagrange'a II rodzaju. Równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I i II stopniach swobody

- Cel 4** Drgania swobodne. Tłumienie podkrytyczne, krytyczne i nadkrytyczne. Drgania wymuszone o I i II stopniach swobody. Macierzowa postać równań ruchu.
- Cel 5** Drgania układów nieliniowych, drgania samowzbudne. Podstawowe metody rozwiązania. Kryteria stateczności
- Cel 6** Równania ruchu strun, prętów, wałów i belek. Warunki brzegowe. Metody rozwiązywania równań ruchu. Drgania wzdłużne, poprzeczne i skrętne.
- Cel 7** Fala stojąca i biegnąca. Parametry fali. Odbicie od opory i swobodnego końca. Wymuszenie harmoniczne, wymuszenie ruchomym źródłem.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Matematyka - 2 semestry

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student zna prawa statyki, kinematyki i dynamiki. Zna różne elementy sprężyste i lepko-sprężyste, zna pojęcie energii potencjalnej, energii dyssypowanej i kinetycznej.
- EK2 Umiejętności** Student potrafi zastosować prawa statyki, kinematyki i dynamiki, wymienić różne elementy sprężyste i lepko-sprężyste, potrafi określić energię potencjalną, energię dyssypowaną i kinetyczną.
- EK3 Wiedza** Student zna równania Lagrange'a II rodzaju. Równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I i II stopniach swobody. Zna macierzową postać równań ruchu.
- EK4 Umiejętności** Student potrafi podać równania Lagrange'a II rodzaju, równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I i II stopniach swobody, potrafi zapisać równania w postaci macierzowej
- EK5 Wiedza** Student zna elementy drgań układów nieliniowych. Zna wybrane rodzaje drgań samowzbudnych i podstawowe metody rozwiązania równań nieliniowych
- EK6 Umiejętności** Student potrafi podać równania drgań wybranych układów nieliniowych i zastosować podstawowe metody rozwiązania równań nieliniowych.
- EK7 Wiedza** Student zna podstawowe równania ruchu strun, prętów, wałów i belek. Zna warunki brzegowe i metody rozwiązywania równań ruchu.
- EK8 Umiejętności** Student potrafi podać równania ruchu strun, prętów, wałów i belek, wykorzystać warunki brzegowe i zastosować metody rozwiązywania równań ruchu.
- EK9 Wiedza** Student zna podstawowe kryteria stateczności ruchu
- EK10 Umiejętności** Student potrafi zbadać stateczność ruchu wybranych układów

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA AUDYTORYJNE |                                                                                                                                                |                  |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                    | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| C1                    | Różne elementy sprężyste i lepko-sprężyste, Określanie energii potencjalnej, energii dyssypowanej i kinetycznej w ruchu postępowym i obrotowym | 2                |

| ĆWICZENIA AUDYTORYJNE |                                                                                                                                                                                                             |                  |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                    | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                      | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C2</b>             | Równania Lagrange'a II rodzaju. Przykłady różniczkowych równań ruchu układów dyskretnych o I stopniu swobody. Parametry drgań swobodnych w przypadku tłumienia podkrytycznego, krytycznego i nadkrytycznego | 2                |
| <b>C3</b>             | Układy o II stopniach swobody. Drgania swobodne i wymuszone                                                                                                                                                 | 2                |
| <b>C4</b>             | Drgania układów nieliniowych, drgania wahadła, przykłady drgań samowzbudnych                                                                                                                                | 2                |
| <b>C5</b>             | Drgania układów ciągłych; strun, prętów, wałów i belek. Warunki brzegowe                                                                                                                                    | 2                |
| <b>C6</b>             | Fale poprzeczne w strunie, belce Bernoulliego-Eulera, odbicie fali, dyspersja                                                                                                                               | 2                |
| <b>C7</b>             | Fale w nieskończonej belce wymuszone harmonicznie                                                                                                                                                           | 2                |
| <b>C8</b>             | Stateczność ruchu wahadła                                                                                                                                                                                   | 1                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                            |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Wprowadzenie do zagadnienia podstawowych zasad statyki, kinematyki i dynamiki                                                                                                                                              | 2                |
| <b>W2</b> | Podstawowe elementy sprężyste i lepko-sprężyste, energia odkształcenia tych elementów, energia dyssypowana                                                                                                                 | 2                |
| <b>W3</b> | Energia potencjalna i kinetyczna. Równania Lagrange'a II rodzaju. Równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I i II stopniach swobody. Drgania swobodne i z wymuszeniem harmonicznym. Macierzowa postać równań ruchu | 2                |
| <b>W4</b> | Drgania układów nieliniowych, drgania samowzbudne i wymuszone. Płaszczyzna fazowa. Podstawowe metody rozwiązania równań ruchu                                                                                              | 2                |
| <b>W5</b> | Równania ruchu strun, prętów, wałów i belek. Warunki brzegowe. Metody rozwiązywania równań ruchu. Drgania wzdluzne, poprzeczne i skretne                                                                                   | 2                |
| <b>W6</b> | Rozwiązanie zagadnienia w postaci fali stojącej i biegnącej. Parametry fali. Odbicie od podpory i swobodnego końca                                                                                                         | 2                |
| <b>W7</b> | Rozwiązanie zagadnienia propagacji fal w przypadku wymuszenia harmonicznego i wymu-szenia ruchomym źródłem zaburzeń                                                                                                        | 2                |
| <b>W8</b> | Wybrane zagadnienia stateczności ruchu                                                                                                                                                                                     | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

**N2** Inne ćwiczenia audytoyjne

**N3** Ćwiczenia projektowe

**N4** Ćwiczenia laboratoryjne

**N5** Inne - kolokwia

**N6** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 30                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 10                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 0                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 20                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 30                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>90</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Projekt indywidualny

**F2** Test

**F3** Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

**P2** Egzamin pisemny

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Do egzaminu mogą przystąpić studenci, którzy zaliczyli kolokwia

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna praw statyk i kinematyki                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna prawa statyki, kinematyki                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna prawa statyki, kinematyki i dynamiki                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna prawa statyki, kinematyki i dynamiki. Zna różne elementy sprężyste i lepko-sprężyste                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zna prawa statyki, kinematyki i dynamiki. Zna różne elementy sprężyste i lepko-sprężyste, zna pojęcie energii potencjalnej                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna prawa statyki, kinematyki i dynamiki. Zna różne elementy sprężyste i lepko-sprężyste, zna pojęcie energii potencjalnej, energii dyssypowanej i kinetycznej                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi zastosować prawa statyki, kinematyki i dynamiki                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zastosować prawa statyki, kinematyki i dynamiki                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi zastosować prawa statyki, kinematyki i dynamiki, wymienić różne elementy sprężyste i lepko-sprężyste                                                                         |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi zastosować prawa statyki, kinematyki i dynamiki, wymienić różne elementy sprężyste i lepko-sprężyste, potrafi określić energię potencjalną                                   |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi zastosować prawa statyki, kinematyki i dynamiki, wymienić różne elementy sprężyste i lepko-sprężyste, potrafi określić energię potencjalną, energię dyssypowaną              |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi zastosować prawa statyki, kinematyki i dynamiki, wymienić różne elementy sprężyste i lepko-sprężyste, potrafi określić energię potencjalną, energię dyssypowaną i kinetyczną |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna równania Lagrangea II rodzaju                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna równania Lagrangea II rodzaju                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna równania Lagrangea II rodzaju. Równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I stopniach swobody                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna równania Lagrangea II rodzaju. Równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I i II stopniach swobody                                                                         |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zna równania Lagrangea II rodzaju. Równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I i II stopniach swobody. Zna zagadnienia związane z macierzową postacią równań ruchu            |

|                     |                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna równania Lagrangea II rodzaju. Równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I i II stopniach swobody. Zna macierzowa postać równan ruchu                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi podać równania Lagrangea II rodzaju                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi podać równania Lagrangea II rodzaju                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi podać równania Lagrangea II rodzaju, równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I stopniach swobody                                                             |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi podać równania Lagrangea II rodzaju, równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I i II stopniach swobody                                                        |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi podać równania Lagrangea II rodzaju, równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I i II stopniach swobody, potrafi zapisać proste równania w postaci macierzowej |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi podać równania Lagrangea II rodzaju, równania różniczkowe ruchu układów dyskretnych o I i II stopniach swobody, potrafi zapisać równania w postaci macierzowej        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna elementów drgan układów nieliniowych                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna elementy drgan układów nieliniowych                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna elementy drgan układów nieliniowych. Zna wybrane rodzaje drgan samowzbudnych                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna elementy drgan układów nieliniowych. Zna wybrane rodzaje drgan samowzbudnych i podstawowe metody rozwiązania równan nieliniowych                                          |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zna elementy drgan układów nieliniowych. Zna wybrane rodzaje drgan samowzbudnych i wybrane metody rozwiązania równan nieliniowych                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna elementy drgan układów nieliniowych. Zna wybrane rodzaje drgan samowzbudnych i metody rozwiązania równan nieliniowych                                                     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi podać równan drgan wybranych układów nieliniowych                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi podać podstawowe równania drgan wybranych układów nieliniowych                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi podać równania drgan wybranych układów nieliniowych                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi podać równania drgan wybranych układów nieliniowych i zastosować podstawowe metody rozwiązania równan nieliniowych                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi podać równania drgan wybranych układów nieliniowych i zastosować metody rozwiązania równan nieliniowych                                                               |

|                      |                                                                                                                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0         | Student potrafi podać równania drgan wybranych układów nieliniowych i zastosować zaawansowane metody rozwiązywania równań nieliniowych                      |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 7  |                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0         | Student nie zna równań ruchu strun, pretów, wałów i belek                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.0         | Student zna podstawowe równania ruchu strun, pretów, wałów i belek                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.5         | Student zna podstawowe równania ruchu strun, pretów, wałów i belek. Zna warunki brzegowe                                                                    |
| NA OCENĘ 4.0         | Student zna podstawowe równania ruchu strun, pretów, wałów i belek. Zna warunki brzegowe i metody rozwiązywania równań ruchu                                |
| NA OCENĘ 4.5         | Student zna równania ruchu strun, pretów, wałów i belek. Zna warunki brzegowe i metody rozwiązywania równań ruchu                                           |
| NA OCENĘ 5.0         | Student zna równania ruchu strun, pretów, wałów i belek. Zna warunki brzegowe i zaawansowane metody rozwiązywania równań ruchu                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 8  |                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0         | Student nie potrafi podać równań ruchu strun, pretów, wałów i belek                                                                                         |
| NA OCENĘ 3.0         | Student potrafi podać równania ruchu strun, pretów, wałów i belek, wykorzystać warunki brzegowe                                                             |
| NA OCENĘ 3.5         | Student potrafi podać równania ruchu strun, pretów, wałów i belek, wykorzystać warunki brzegowe i zastosować podstawowe metody rozwiązywania równań ruchu   |
| NA OCENĘ 4.0         | Student potrafi podać równania ruchu strun, pretów, wałów i belek, wykorzystać warunki brzegowe i zastosować wybrane metody rozwiązywania równań ruchu      |
| NA OCENĘ 4.5         | Student potrafi podać równania ruchu strun, pretów, wałów i belek, wykorzystać warunki brzegowe i zastosować metody rozwiązywania równań ruchu              |
| NA OCENĘ 5.0         | Student potrafi podać równania ruchu strun, pretów, wałów i belek, wykorzystać warunki brzegowe i zastosować zaawansowane metody rozwiązywania równań ruchu |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 9  |                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0         | Student nie zna kryteriów stateczności ruchu                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.0         | Student zna podstawowe kryteria stateczności ruchu                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.5         | Student zna niektóre kryteria stateczności ruchu                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.0         | Student zna wybrane kryteria stateczności ruchu                                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.5         | Student zna kryteria stateczności ruchu                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0         | Student zna szczegółowo kryteria stateczności ruchu.                                                                                                        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 10 |                                                                                                                                                             |

|              |                                                                                  |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0 | Student nie potrafi zbadać parametrów stateczności ruchu wybranych układów       |
| NA OCENĘ 3.0 | Student potrafi zbadać podstawowe parametry stateczności ruchu wybranych układów |
| NA OCENĘ 3.5 | Student potrafi zbadać wybrane parametry stateczności ruchu wybranych układów    |
| NA OCENĘ 4.0 | Student potrafi z pomocą zbadać stateczność ruchu wybranych układów              |
| NA OCENĘ 4.5 | Student potrafi z pomocą bezbłędnie zbadać stateczność ruchu wybranych układów   |
| NA OCENĘ 5.0 | Student potrafi samodzielnie zbadać stateczność ruchu wybranych układów          |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               |                                                                                | Cel 1           | c1 w1             | N1                    | F1            |
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | c1 w1             | N1                    | F2 P1         |
| EK3               |                                                                                | Cel 3           | c2 w2             | N1                    | F1 F3 P2      |
| EK4               |                                                                                | Cel 4           | c3 w3             | N1                    | F3 P2         |
| EK5               |                                                                                | Cel 5           | c4 w4             | N1                    | P2            |
| EK6               |                                                                                | Cel 5           | c5 w5             | N1                    | F3 P2         |
| EK7               |                                                                                | Cel 5           | c6 w6             | N1                    | F1 F3 P2      |
| EK8               |                                                                                | Cel 6           | c7 w8             | N1                    | F3 P2         |
| EK9               |                                                                                | Cel 7           | c8 w8             | N1 N2                 | F3 P2         |
| EK10              |                                                                                | Cel 7           | c8 w8             | N1 N2                 | F3 P2         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] | Nizioł J. — *Mechanika ogólna*, Kraków, 1990, Skrypt Politechniki Krakowskiej

[2 ] **Piszczyk K., Walczak J.** — *Drgania w budowie maszyn*, Warszawa, 1972, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Roman Bogacz (kontakt: [rbogacz@pk.edu.pl](mailto:rbogacz@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 prof. dr hab. inż. Roman Bogacz (kontakt: [rbogacz@pk.edu.pl](mailto:rbogacz@pk.edu.pl))

2 dr inż. Anna Stelmach (kontakt: )

3 dr inż. Stanisław Jurga (kontakt: )

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....