

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: A

Stopień studiów: II

Specjalności: Sterowanie i monitoring maszyn i urządzeń

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Wibroakustyczne diagnozowanie maszyn |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Vibroacoustic Diagnostic of Machine  |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM AIR oIIS C10 19/20                |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe           |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                                 |
| SEMESTRY                                | 2                                    |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15     | 0         | 30           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie się z metodyką wykonywania pomiarów sygnałów wibroakustycznych (W-A)

**Cel 2** Zapoznanie się z metodami analizy sygnałów W-A

**Cel 3** Zapoznanie się z problematyką diagnostyki W-A maszyn

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

- 1 Posiada podstawową wiedzę z zakresu diagnostyki maszyn
- 2 Posiada podstawową wiedzę z zakresu drgań i hałasu

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student charakteryzuje podstawowe wielkości opisujące drgania i sygnały akustyczne. Opisuje wybrane rodzaje maszyn jako źródło sygnału W-A. Określa właściwości i opisuje działanie przetworników i układów pomiarowych stosowanych w badaniach W-A oraz metody analizy sygnałów W-A

**EK2 Wiedza** Student charakteryzuje podstawowe i zaawansowane metody diagnostyki W-A stosowane w maszynach i urządzeniach

**EK3 Umiejętności** Student wykonuje pomiary drgań i sygnałów akustycznych rzeczywistych źródeł dźwięku oraz analizy mierzonych sygnałów

**EK4 Umiejętności** Student wykonuje diagnostykę i ocenę pracy typowych podzespołów maszyn przy wykorzystaniu metod W-A

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                  |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Drgania i hałas jako zjawiska fizyczne. Charakterystyka drgań i hałasu                                                                                                                           | 2                |
| <b>W2</b> | Przyczyny powstawania drgań i hałasu w maszynach. Pomiary drgań. Charakterystyki sygnału drgań. Pomiary hałasu. Charakterystyki sygnału hałasu                                                   | 3                |
| <b>W3</b> | Analiza sygnałów wibroakustycznych układy analogowe i cyfrowe. Podstawowe zadania diagnostyki wibroakustycznej. Identyfikacja w zadaniach diagnostyki maszyn                                     | 2                |
| <b>W4</b> | Struktura systemu diagnostyki maszyn opartej na pomiarach drgań. Systemy diagnostyki maszyn oparte na pomiarach hałasu. Podział maszyn w odniesieniu do systemów diagnostycznych i monitorowania | 3                |
| <b>W5</b> | Analiza podstawowych defektów maszyn wirnikowych i ich zespołów. Zaawansowane metody diagnostyczne. Analiza trendu                                                                               | 2                |
| <b>W6</b> | Zintegrowane komputerowe metody analizy sygnałów wibroakustycznych                                                                                                                               | 1                |
| <b>W7</b> | Zasady projektowania maszyn z wbudowanymi systemami diagnostycznymi. Systemy monitorowania stanu maszyn w zakładach przemysłowych                                                                | 2                |

| LABORATORIUM |                                                                           |                  |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                    | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Pomiary akustyczne                                                        | 2                |
| <b>L2</b>    | Pomiary drgań                                                             | 2                |
| <b>L3</b>    | Metody analizy sygnałów wibroakustycznych                                 | 4                |
| <b>L4</b>    | Pomiary parametrów charakterystycznych źródeł hałasu                      | 2                |
| <b>L5</b>    | Identyfikacja parametrów dynamicznych maszyn                              | 3                |
| <b>L6</b>    | Pomiar drgań maszyn w zastosowaniu do oceny ogólnego stanu dynamicznego   | 2                |
| <b>L7</b>    | Wibrodiagnostyka łożysk tocznych                                          | 4                |
| <b>L8</b>    | Diagnostyka ultradźwiękowa                                                | 2                |
| <b>L9</b>    | Diagnostyka maszyn przepływowych w oparciu o analizę drgań i hałasu       | 3                |
| <b>L10</b>   | Diagnostyka przekładni zębatych oparta o pomiary i analizę drgań i hałasu | 3                |
| <b>L11</b>   | Systemy ciągłego monitorowania i diagnostyki maszyn                       | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

**N4** Praca w grupach

**N5** 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                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 5                                                       |
| 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                               | 7                                                       |
| Opracowanie wyników                                                                              | 10                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 8                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>75</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F3** Test sprawdzający wiedzę z wykładu

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Uzyskanie pozytywnej oceny z każdego efektu kształcenia

**W2** Wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych

**W3** Obecność na wszystkich ćwiczeniach laboratoryjnych

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań na ocenę 3,0 |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 50% punktów możliwych do uzyskania dla pierwszego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 60% punktów możliwych do uzyskania dla pierwszego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 70% punktów możliwych do uzyskania dla pierwszego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 80% punktów możliwych do uzyskania dla pierwszego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student uzyskał 90% punktów możliwych do uzyskania dla pierwszego efektu kształcenia. Potrafi opisać wielkości charakteryzujące drgania i sygnały akustyczne. Zna podstawowe typy źródeł sygnału W-A i mechanizmy jego generowania. Potrafi opisać maszynę w kontekście generowanych sygnałów W-A. Zna podstawowe rodzaje przetworników stosowanych w pomiarach sygnałów W-A, ich działanie, właściwości i zastosowanie. Zna budowę torów od przetwarzania i analizy sygnałów W-A oraz różne typu wykonywanych analiz |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 50% punktów możliwych do uzyskania dla drugiego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 60% punktów możliwych do uzyskania dla drugiego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 70% punktów możliwych do uzyskania dla drugiego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 80% punktów możliwych do uzyskania dla drugiego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Student uzyskał 90% punktów możliwych do uzyskania dla drugiego efektu kształcenia. Zna zasadę diagnostyki W-A. Potrafi scharakteryzować wybrane metody W-A stosowane do oceny stanu maszyn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 50% punktów możliwych do uzyskania dla trzeciego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 60% punktów możliwych do uzyskania dla trzeciego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 70% punktów możliwych do uzyskania dla trzeciego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 80% punktów możliwych do uzyskania dla trzeciego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0        | Student uzyskał 90% punktów możliwych do uzyskania dla trzeciego efektu kształcenia. Potrafi wykonać pomiary drgań i wielkości akustycznych generowanych przez maszyny i urządzenia. Potrafi dobrać odpowiednie przetworniki oraz zaprojektować i skonfigurować tor przetwarzania mierzonych sygnałów. Potrafi dobrać i wykonać odpowiednie metody analizy sygnałów |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 50% punktów możliwych do uzyskania dla czwartego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 60% punktów możliwych do uzyskania dla czwartego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 70% punktów możliwych do uzyskania dla czwartego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 80% punktów możliwych do uzyskania dla czwartego efektu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Student uzyskał 90% punktów możliwych do uzyskania dla czwartego efektu kształcenia. Potrafi wykonać diagnostykę maszyn i urządzeń przy wykorzystaniu różnych metod W-A. Potrafi zinterpretować i ocenić stan techniczny urządzeń                                                                                                                                   |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE                        | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | A2_W15                                                                         | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W6<br>L1 L2 L3 L4 L5            | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               | A2_W15                                                                         | Cel 3                | W4 W5 W6 W7<br>L6 L7 L8 L9 L10<br>L11    | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |
| EK3               | A2_U05<br>A2_U17                                                               | Cel 1 Cel 2          | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7 L8 L9 L10<br>L11 | N2 N3 N4 N5           | F1 F2 P1      |
| EK4               | A2_U05<br>A2_U17                                                               | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | L6 L7 L8 L9 L10<br>L11                   | N2 N3 N4 N5           | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Cempel Cz. — *Diagnostyka wibroakustyczna maszyn*, Warszawa, 1989, PWN
- [2] | Łączkowski R. — *Wibroakustyka maszyn i urządzeń*, Warszawa, 1983, WNT
- [3] | Radkowski S. — *Diagnostyka wibroakustyczna uszkodzeń niskoenergetycznych*, Radom, 2002, ITE

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Barszcz T., Urbanek J. — *Monitorowanie i diagnostyka maszyn wirnikowych*, Kraków, 2008, Wydawnictwa AGH
- [2] | Cempel Cz. — *Podstawy wibroakustycznej diagnostyki maszyn*, Warszawa, 1982, WNT

### LITERATURA DODATKOWA

- [1] | Basztura Cz. — *Komputerowe systemy diagnostyki akustycznej*, Warszawa, 1996, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [2] | Goliński J. A. — *Wibroizolacja maszyn i urządzeń*, Warszawa, 1979, Wydawnictwo Naukowo - Techniczne

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Andrzej, Piotr Czerwiński (kontakt: [andrzej.czerwinski@pk.edu.pl](mailto:andrzej.czerwinski@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Zygmunt Dziechciowski (kontakt: [zygmunt.dziechciowski@mech.pk.edu.pl](mailto:zygmunt.dziechciowski@mech.pk.edu.pl))
- 2 dr inż. Andrzej Czerwiński (kontakt: [andrzej.czerwinski@pk.edu.pl](mailto:andrzej.czerwinski@pk.edu.pl))
- 3 dr inż. Stefan Chwastek (kontakt: [stefan.chwastek@pk.edu.pl](mailto:stefan.chwastek@pk.edu.pl))
- 4 dr inż. Artur Gawlik (kontakt: [artur.gawlik@pk.edu.pl](mailto:artur.gawlik@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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