# Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

# Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Informatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Informatyka stosowana dla licencjatów

## 1 Informacje o przedmiocie

| | |
|---|---|
| Nazwa przedmiotu | Metody obliczeniowe w nauce i technice |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Computer Methods in Science and Technology |
| Kod przedmiotu | WFMiI I oIIS B2 16/17 |
| Kategoria przedmiotu | Przedmioty podstawowe |
| Liczba punktów ECTS | 4.00 |
| Semestry | 2 |

## 2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

| Semestr | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Laboratorium komputerowe | Seminarium | Projekt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 30 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 |

## 3 Cele przedmiotu

**Cel 1** Zapoznać się z elementarnymi metodami numerycznymi mającymi zastosowanie w technice.

**Cel 2** Zapoznać się z metodą elementów skończonych jako najszerzej stosowaną metodą symulacji zjawisk fizycznych.

**Cel 3** Zapoznać się z modelami matematycznymi podstawowych zjawisk fizycznych.

# 4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

**1** Znajomość podstaw algebry liniowej: przestrzenie wektorowe, działania na wektorach, operacje macierzowe.

# 5 Efekty kształcenia

**EK1 Wiedza** Ma poszerzoną wiedzę w zakresie metod matematycznych niezbędną do opisu i analizy zjawisk zachdzących w modelowanej rzeczywistości

**EK2 Wiedza** Zna metody stosowane do modelowania zjawisk i tworzenia oprogramowania w modelu obiektowym.

**EK3 Wiedza** Zna metody wykorzystywane do symulacji komputerowej.

**EK4 Umiejętności** Potrafi napisać opracowanie dotyczące własnych badań oraz je zaprezentować w języku polskim i obcym.

# 6 Treści programowe

| Laboratorium | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **L1** | Rozwiązywanie zadań z elementarnych metod numerycznych za pomocą programu Matlab (interpolacja, całkowanie numeryczne, równania nieliniowe, równania różniczkowe zwyczajne, układy równań, iteracyjne rozwiązywanie układów równań, zagadnienia własne). | 4 |
| **L2** | Zbieżność 1D metody elementów skończonych na siatkach równomiernych. Zadania z rozwiązaniami gładkimi i osobliwymi. | 1 |
| **L3** | Zbieżność 1D metody elementów skończonych na siatkach z adaptacją typu h. Obserwacja stopnia zbieżności. | 1 |
| **L4** | Zbieżność 1D metody elementów skończonych na siatkach adaptacyjnych typu p i hp. Porównanie ze zbieżnością na siatkach równomiernych i h-adaptacyjnych. | 1 |
| **L5** | Zbieżność 2D metody elementów skończonych na siatkach równomiernych oraz adaptacyjnych typu h, p i hp. | 1 |
| **L6** | Opracowanie sprawozdania z ćwiczenia nr 1. Porównanie otrzymanych wyników z teorią przekazaną na wykładzie. | 1 |
| **L7** | Rozwiązywanie 2D przepływów nieściśliwych z adaptacją h. Obserwacja przepływy wokół profilu skrzydła samolotu. | 1 |
| **L8** | Rozwiązywanie 2D przepływów ściśliwych z adaptacją typu h. Obserwacja wpływu gęstości siatki na dokładność rozwiązań. | 1 |
| **L9** | Rozwiązywanie 2D zadań z elektromagnetyzmu z adaptacją h. Zagadnienia w obszarach otwartych i w zamkniętych falowodach. | 1 |
| **L10** | Rozwiązywanie 3D zadań z teorii sprężystości z adaptacją h oraz hp. Wyświetlanie przemieszczeń i wybranych naprężeń. | 1 |

| Laboratorium | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **L11** | Rozwiązywanie rozpraszania fal elektromagnetycznych metodą elementów brzegowych w 2D. Rozpraszanie fal akustycznych modelowane za pomocą MES. | 1 |
| **L12** | Opracowanie sprawozdania z ćwiczenia nr 3. | 1 |

| Wykład | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **W1** | Przypomnienie podstawowych wiadomości z algebry i analizy. Prezentacja elementarnych metod numerycznych (interpolacja, całkowanie numeryczne, równanie nieliniowe, równania różniczkowe zwyczajne, układy równań liniowych, wartości własne). Informacja o programie Matlab. | 2 |
| **W2** | Eliptyczne zadanie brzegowe w 1D i jego sformułowanie wariacyjne. Przykłady. Idea metody elementów skończonych z aproksymacją liniową. | 2 |
| **W3** | MES z elementami wyższych stopni, p>1. Pojęcia wielomianów Lagrange'a jako funkcji kształtu. Różne typy warunków brzegowych. Przykłady. | 2 |
| **W4** | Algorytm składania globalnej macierzy sztywności z macierzy elementowych. Przykłady składania dla siatek nierównomiernych. Przykłady rozwiązań metodą elementów skończonych w 1D. | 2 |
| **W5** | Obliczenia elementowe w 1D. Przykłady. Zastosowanie całkowania numerycznego. | 2 |
| **W6** | Podstawowe informacje o zbieżności metody elementów skończonych. Przykłady szacowania dokładności. | 2 |
| **W7** | Test sprawdzający wiadomości dotyczące metody elementów skończonych w 1D. Eliptyczne zadanie brzegowe w 2D i jego sformułowanie wariacyjne. Przykłady. | 2 |
| **W8** | Metoda elementów skończonych dla problemów dwuwymiarowych, elementy trójkątne liniowe. Sposób traktowania różnyh rodzajów warynków brzegowych. | 2 |
| **W9** | Podstawowa informacja dotycząca równań różniczkowych dla różnych zjawisk fizycznych: teorii sprężystości, mechaniki płynów, elektromagnetyzmu i zjawisk falowych (np. akustyki). Nawiązanie do wcześniej poznanego materiału. | 2 |
| **W10** | Podstawowa idea rozwiązania zadań z różnych dziedzin fizyki i techniki: teorii sprężystości, mechaniki płynów, elektromagnetyzmu, zjawisk falowych za pomocą metody elementów skończonych. | 2 |
| **W11** | MES w dwu wymiarach z elementem trójkątnym Lagrangea stopnia p>1. | 2 |
| **W12** | Metoda elementów skończonych z elementami czworokątnymi biliniowymi i Lagrangea stopnia p>1. | 2 |

| Wykład | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **W13** | Algorytm składania globalnej macierzy sztywności z macierzy elementowych. Przykłady rozwiązań MES w 2D. | 2 |
| **W14** | Obliczenia elementowe dla elementów trójkątnych. Przykłady liczbowe. Obliczenia elementowe dla elementów czworokątnych. Przykłady. | 2 |
| **W15** | Budowa programów metody elementów skończonych. Ważniejsze problemy informatyczne spotykane w programach MES. Algorytmy rozwiązywania układów równań. | 2 |

# 7 Narzędzia dydaktyczne

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Wykłady

# 8 Obciążenie pracą studenta

| Forma aktywności | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| **Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:** | |
| Godziny wynikające z planu studiów | 45 |
| Konsultacje przedmiotowe | 6 |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji | 2 |
| **Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:** | |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury | 30 |
| Opracowanie wyników | 25 |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 12 |
| **Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta** | **120** |
| Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu | 4.00 |

# 9 Sposoby oceny

### Ocena formująca

**F1** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### Ocena podsumowująca

**P1** Test

### Warunki zaliczenia przedmiotu

**W1** Pozytywna ocena z testu i z ćwiczeń laboratoryjnych

## Kryteria oceny

| Efekt kształcenia 1 | |
|---|---|
| Na ocenę 2.0 | Poniżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 3.0 | Powyżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 3.5 | Powyżej 50% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 4.0 | Powyżej 60% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 4.5 | Powyżej 70% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 5.0 | Powyżej 80% poprawnych odpowiedzi |
| Efekt kształcenia 2 | |
| Na ocenę 2.0 | Poniżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 3.0 | Powyżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 3.5 | Powyżej 50% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 4.0 | Powyżej 60% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 4.5 | Powyżej 70% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 5.0 | Powyżej 80% poprawnych odpowiedzi |
| Efekt kształcenia 3 | |
| Na ocenę 2.0 | Poniżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 3.0 | Powyżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 3.5 | Powyżej 50% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 4.0 | Powyżej 60% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 4.5 | Powyżej 70% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 5.0 | Powyżej 80% poprawnych odpowiedzi |
| Efekt kształcenia 4 | |
| Na ocenę 2.0 | Poniżej 40% poprawnych odpowiedzi |

| | |
|---|---|
| Na ocenę 3.0 | Powyżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 3.5 | Powyżej 50% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 4.0 | Powyżej 60% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 4.5 | Powyżej 70% poprawnych odpowiedzi |
| Na ocenę 5.0 | Powyżej 80% poprawnych odpowiedzi |

# 10 Macierz realizacji przedmiotu

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu | Cele przedmiotu | Treści programowe | Narzędzia dydaktyczne | Sposoby oceny |
|---|---|---|---|---|---|
| EK1 | I2_W01 | Cel 1 Cel 2 Cel 3 | L2 L3 L4 L5 L7 L8 L9 L10 L11 W2 W3 W4 W5 W6 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 | N1 N2 | F1 P1 |
| EK2 | I2_W05 | Cel 2 Cel 3 | L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W10 W11 W12 W13 W14 W15 | N1 N2 | F1 P1 |
| EK3 | I2_W06 | Cel 1 Cel 2 | L2 L3 L4 L5 L7 L8 L9 L10 L11 W2 W3 W4 W5 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 | N1 N2 | F1 P1 |
| EK4 | I2_U02 | Cel 2 Cel 3 | L6 L12 | N1 | F1 |

# 11 Wykaz literatury

## Literatura podstawowa

**[1 ] O. C. Zienkiewicz** — *Metoda Elementów Skończonych*, Warszawa, 1976, PWN

**[2 ] G. Rakowski** — *Metoda Elementów Skończonych. Wybrane Problemy.*, Warszawa, 1996, Oficyna Wydawnicza PW

**[3 ] W. Rachowicz** — *Metoda elementówskończonych i brzegowych. Podstawy kontroli błędu i adaptacji*, Kraków, 2012, Wydawnictwo PK

### Literatura uzupełniająca

**[1 ] J.T. Oden, E.B. Becker** — *Finite Elements: An Introduction*, New York, 1981, Prentice Hall

## 12 Informacje o nauczycielach akademickich

### Osoba odpowiedzialna za kartę

prof. dr hab. inż. Waldemar Rachowicz (kontakt: wrachowicz@pk.edu.pl)

### Osoby prowadzące przedmiot

**1** prof. dr hab. inż. Waldemar Rachowicz (kontakt: wrachowicz@pk.edu.pl)

**2** dr hab. inż. Lech Bieniasz (kontakt: nbbienia@cyf-kr.edu.pl)

## 13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

**Przyjmuję do realizacji** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .