

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Informatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Systemy inteligentne i rozszerzona rzeczywistość

### 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	WiIT I oIIS D2 22/23
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	1

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

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
1	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 najszerszą 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.
- 2 Analiza matematyczna w jednym i dwu wymiarach (pojęcia całek i pochodnych).

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Ma poszerzoną wiedzę w zakresie metod matematycznych niezbędną do opisu i analizy zjawisk zachodzących 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.

**EK5 Kompetencje społeczne** Student jest gotów do rozwiązywania problemów z zakresu analizy numerycznej, zarówno w ramach pracy indywidualnej jak i grupowej, a także poszukiwania niezbędnej w tym celu wiedzy.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ 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 przepływu wokół profilu skrzydła samolotu.	1
L8	Rozwiązywanie 2D przepływów ściśliwych z adaptacją typu h. Obserwacja wpływu gęstości siatki na dokładność rozwiązań.	1

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>L9</b>	Rozwiązywanie 2D zadań z elektromagnetyzmu z adaptacją h. Zagadnienia w obszarach otwartych i w zamkniętych falowodach.	1
<b>L10</b>	Rozwiązywanie 3D zadań z teorii sprężystości z adaptacją h oraz hp. Wyświetlanie przemieszczeń i wybranych naprężeń.	1
<b>L11</b>	Rozwiązywanie rozpraszania fal elektromagnetycznych metodą elementów brzegowych w 2D. Rozpraszanie fal akustycznych modelowane za pomocą MES.	1
<b>L12</b>	Opracowanie sprawozdania z ćwiczenia nr 3.	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	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
<b>W2</b>	Eliptyczne zadanie brzegowe w 1D i jego sformułowanie wariacyjne. Przykłady. Idea metody elementów skończonych z aproksymacją liniową.	2
<b>W3</b>	MES z elementami wyższych stopni, $p > 1$ . Pojęcia wielomianów Lagrangea jako funkcji kształtu. Różne typy warunków brzegowych. Przykłady.	2
<b>W4</b>	Algorytm składania globalnej macierzy sztywności z macierzy elementowych. Przykłady składania dla siatek nierównomiernych. Przykłady rozwiązań metodą elementów skończonych w 1D.	2
<b>W5</b>	Obliczenia elementowe w 1D. Przykłady. Zastosowanie całkowania numerycznego.	2
<b>W6</b>	Podstawowe informacje o zbieżności metody elementów skończonych. Przykłady szacowania dokładności.	2
<b>W7</b>	Test sprawdzający wiadomości dotyczące metody elementów skończonych w 1D. Eliptyczne zadanie brzegowe w 2D i jego sformułowanie wariacyjne. Przykłady.	2
<b>W8</b>	Metoda elementów skończonych dla problemów dwuwymiarowych, elementy trójkątne liniowe. Sposób traktowania różnych rodzajów warunków brzegowych.	2
<b>W9</b>	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
<b>W10</b>	Podstawowa idea rozwiązania zadań z różnych dziedzin fizyki i techniki: teorii sprężystości, mechaniki płynów, elektromagnetyzmu, zjawisk falowych za pomocą metody elementów skończonych.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W11</b>	MES w dwu wymiarach z elementem trójkątnym Lagrangea stopnia $p > 1$ .	2
<b>W12</b>	Metoda elementów skończonych z elementami czworokątnymi biliniowymi i Lagrangea stopnia $p > 1$ .	2
<b>W13</b>	Algorytm składania globalnej macierzy sztywności z macierzy elementowych. Przykłady rozwiązań MES w 2D.	2
<b>W14</b>	Obliczenia elementowe dla elementów trójkątnych. Przykłady liczbowe. Obliczenia elementowe dla elementów czworokątnych. Przykłady.	2
<b>W15</b>	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
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	13
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
<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	25
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>120</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Ocena 1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Ocena 1 Test

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Ocena 1 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
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków określonych dla oceny 3.0
NA OCENĘ 3.0	Student wykonuje powierzone zadania indywidualnie - rezygnuje ze współpracy grupowej i fachowych źródeł wiedzy kosztem jakości rozwiązania. Prace studenta cechuje dopuszczalna niedbałość.
NA OCENĘ 3.5	Student wykonuje powierzone zadania indywidualnie - rezygnuje ze współpracy grupowej i fachowych źródeł wiedzy kosztem jakości rozwiązania. Prace studenta cechuje dopuszczalna niedbałość.
NA OCENĘ 4.0	Student wykonuje powierzone zadania indywidualnie - rezygnuje ze współpracy grupowej i fachowych źródeł wiedzy kosztem jakości rozwiązania. Prace studenta cechuje dopuszczalna niedbałość.
NA OCENĘ 4.5	Student wykonuje powierzone zadania indywidualnie, a także stara się nawiązać współpracę grupową i sięga po fachowe źródła wiedzy. Student dostrzega zyski płynące ze współpracy grupowej, jednak jego zbyt małe zaangażowanie powoduje drobne błędy w realizacji projektów.
NA OCENĘ 5.0	Student wykonuje powierzone zadania indywidualnie, a także stara się nawiązać współpracę grupową i sięga po fachowe źródła wiedzy. Student dostrzega zyski płynące ze współpracy grupowej, jednak jego zbyt małe zaangażowanie powoduje drobne błędy w realizacji projektów.

## 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 L6 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 W8 W10 W11 W12 W13 W14	N1 N2	F1 P1
EK3	I2_W06	Cel 1 Cel 2	L2 L3 L4 L5 L6 L7 L9 L10 L11 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W10 W11 W12 W13 W14 W15	N1 N2	F1 P1
EK4	I2_U02b	Cel 2 Cel 3	L6 L12	N1	F1
EK5	I2_K02	Cel 1	L6 L12 W1	N1 N2	F1 P1

## 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 elementów skończonych i brzegowych. Podstawy kontroli błędów 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: [waldemar.rachowicz@pk.edu.pl](mailto:waldemar.rachowicz@pk.edu.pl))

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 Prof. dr hab. inż. Waldemar Rachowicz (kontakt: [wrachowicz@pk.edu.pl](mailto:wrachowicz@pk.edu.pl))

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....