

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Informatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: I

Specjalności: Brak specjalności

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                       |
|-----------------------------------------|-----------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Metody obliczeniowe   |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | computational methods |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WFMiI I oIS C8 15/16  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                  |
| SEMESTRY                                | 4                     |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | SEMINARIUM | PROJEKT |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|---------|
| 4       | 30     | 15        | 15           | 0                                | 0          | 0       |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Opanowanie podstaw teoretycznych w zakresie elementarnych metod numerycznych stosowanych w obliczeniach numerycznych za pomocą komputerów.

**Cel 2** Nabycie praktycznych umiejętności w zakresie elementarnych metod numerycznych stosowanych w obliczeniach numerycznych za pomocą komputerów.

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

- 1 Znajomość matematyki na poziomie szkoły średniej oraz wstępnego kursu na poziomie szkoły wyższej
- 2 Umiejętność posługiwania się komputerami osobistymi na poziomie elementarnym
- 3 Podstawy programowania w języku C/C++

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student opisuje i objaśnia przybliżony charakter obliczeń numerycznych i jego przyczyny

**EK2 Umiejętności** Student potrafi praktycznie ocenić poziom błędu w prostych obliczeniach numerycznych

**EK3 Wiedza** Student opisuje i objaśnia metody rozwiązywania algebraicznych równań nieliniowych i układów równań liniowych

**EK4 Umiejętności** Student potrafi rozwiązać równanie nieliniowe i układ równań liniowych za pomocą samodzielnie napisanego programu

**EK5 Wiedza** Student opisuje i objaśnia podstawy metod różnicowych oraz ich zastosowania do rozwiązywania prostych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych

**EK6 Umiejętności** Student potrafi obliczyć przybliżone wartości pochodnych funkcji, oraz rozwiązać proste zagadnienia z warunkami brzegowymi dla równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu, z warunkiem początkowym dla równania różniczkowego zwyczajnego pierwszego rzędu, oraz z warunkiem początkowym i brzegowym dla równania różniczkowego cząstkowego typu dyfuzji, korzystając z metod różnicowych, za pomocą samodzielnie napisanego programu

**EK7 Wiedza** Student opisuje i objaśnia metody interpolacji funkcji jednej zmiennej za pomocą wielomianów i funkcji sklepanych

**EK8 Umiejętności** Student potrafi wykonać interpolację wielomianową funkcji jednej zmiennej, za pomocą samodzielnie napisanego programu

**EK9 Wiedza** Student opisuje i objaśnia poznane metody całkowania numerycznego funkcji jednej zmiennej

**EK10 Umiejętności** Student potrafi obliczyć numerycznie całkę oznaczoną funkcji jednej zmiennej za pomocą samodzielnie napisanego programu

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                             |                  |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                      | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Rodzaje błędów w obliczeniach numerycznych, reprezentacja zmiennoprzecinkowa liczb rzeczywistych, standard IEEE 754.                                                                        | 1                |
| L2           | Własności zadań: uwarunkowanie zadań. Metody oceny błędów maszynowych. Zjawisko utraty cyfr znaczących przy odejmowaniu. Własności algorytmów: numeryczna poprawność, numeryczna stabilność | 1                |
| L3           | Metody rozwiązywania nieliniowych równań algebraicznych: Picarda, bisekcji, reguła fałsi, Newtona, siecznych. Zbieżność metod iteracyjnych                                                  | 1                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                          | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L4</b>    | Rozwiązywanie układów nieliniowych równań algebraicznych. Uogólniona metoda Newtona                                                                                                                                                                                                                             | 1                |
| <b>L5</b>    | Obliczanie norm wektorów i macierzy. Wskaźnik uwarunkowania macierzy. Eliminacja Gaussa. Dekompozycja LU macierzy pełnej. Metody bezpośrednie rozwiązywania układów liniowych równań algebraicznych z macierzą pełną                                                                                            | 1                |
| <b>L6</b>    | Metody bezpośrednie rozwiązywania układów liniowych równań algebraicznych z macierzami rzadkimi. Algorytm Thomasa. Rozwiązywanie nad-określonych układów liniowych równań algebraicznych                                                                                                                        | 1                |
| <b>L7</b>    | Metody iteracyjne rozwiązywania układów liniowych równań algebraicznych. Metody Jacobiego, Gaussa-Seidela, SOR. Kryteria zbieżności metod iteracyjnych                                                                                                                                                          | 1                |
| <b>L8</b>    | Podstawy przybliżeń różnicowych dla pochodnych funkcji. Wyznaczanie błędów obciążenia przybliżeń                                                                                                                                                                                                                | 1                |
| <b>L9</b>    | Metody różnicowe rozwiązywania zagadnień z warunkiem brzegowym dla równań różniczkowych zwyczajnych 2-go rzędu                                                                                                                                                                                                  | 1                |
| <b>L10</b>   | Metody różnicowe rozwiązywania zagadnień z warunkiem początkowym dla równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu. Metody bezpośrednie i pośrednie a kwestia stabilności numerycznej. Metody: bezpośrednia Eulera, pośrednia Eulera, reguła trapezów                                                       | 1                |
| <b>L11</b>   | Metody rozwiązywania zagadnień z warunkiem początkowym i brzegowym dla równań różniczkowych cząstkowych w przestrzeni jednowymiarowej, na przykładzie równań dyfuzji. Metody: Klasyczna metoda bezpośrednia, Metoda Laasonen, Metoda Cranka-Nicolson.                                                           | 1                |
| <b>L12</b>   | Interpolacja wielomianowa Lagrangea funkcji jednej zmiennej. Bazy: potęgowa, Lagrangea i Newtona wielomianów interpolacyjnych. Algorytm Hornera. Algorytm Nevillea. Zjawisko Rungego w interpolacji wielomianowej Lagrangea funkcji jednej zmiennej. Interpolacja wielomianowa Hermitea funkcji jednej zmiennej | 1                |
| <b>L13</b>   | Interpolacja funkcjami sklejanymi. Interpolacja biliniowa funkcji dwóch zmiennych.                                                                                                                                                                                                                              | 1                |
| <b>L14</b>   | Numeryczne obliczanie całek oznaczonych. Kwadratury                                                                                                                                                                                                                                                             | 1                |
| <b>L15</b>   | Podsumowanie                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1                |

| WYKŁAD    |                                                                        |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Własności obliczeń numerycznych. Błędy obliczeń.                       | 2                |
| <b>W2</b> | Metody rozwiązywania nieliniowych równań algebraicznych i ich układów. | 4                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                  |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W3</b> | Metody rozwiązywania układów liniowych równań algebraicznych.                                                                                                    | 4                |
| <b>W4</b> | Podstawy metod różnicowych.                                                                                                                                      | 2                |
| <b>W5</b> | Elementarne metody różnicowe rozwiązywania zagadnień z warunkiem początkowym dla równań różniczkowych zwyczajnych.                                               | 6                |
| <b>W6</b> | Elementarne metody różnicowe rozwiązywania zagadnień z warunkiem brzegowym dla równań różniczkowych zwyczajnych i eliptycznych równań różniczkowych cząstkowych. | 2                |
| <b>W7</b> | Elementarne metody różnicowe rozwiązywania zagadnień z warunkiem początkowym i brzegowym dla równań różniczkowych cząstkowych zależnych od czasu.                | 4                |
| <b>W8</b> | Metody interpolacji.                                                                                                                                             | 4                |
| <b>W9</b> | Całkowanie numeryczne.                                                                                                                                           | 2                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                      |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Rodzaje błędów w obliczeniach numerycznych, reprezentacja zmiennoprzecinkowa liczb rzeczywistych, standard IEEE 754.                                                                                                 | 1                |
| <b>C2</b> | Własności zadań: uwarunkowanie zadań. Metody oceny błędów maszynowych. Zjawisko utraty cyfr znaczących przy odejmowaniu. Własności algorytmów: numeryczna poprawność, numeryczna stabilność                          | 1                |
| <b>C3</b> | Metody rozwiązywania nieliniowych równań algebraicznych: Picarda, bisekcji, reguła fałsi, Newtona, siecznych. Zbieżność metod iteracyjnych                                                                           | 1                |
| <b>C4</b> | Rozwiązywanie układów nieliniowych równań algebraicznych. Uogólniona metoda Newtona                                                                                                                                  | 1                |
| <b>C5</b> | Obliczanie norm wektorów i macierzy. Wskaźnik uwarunkowania macierzy. Eliminacja Gaussa. Dekompozycja LU macierzy pełnej. Metody bezpośrednie rozwiązywania układów liniowych równań algebraicznych z macierzą pełną | 1                |
| <b>C6</b> | Metody bezpośrednie rozwiązywania układów liniowych równań algebraicznych z macierzami rzadkimi. Algorytm Thomasa. Rozwiązywanie nad-określonych układów liniowych równań algebraicznych                             | 1                |
| <b>C7</b> | Metody iteracyjne rozwiązywania układów liniowych równań algebraicznych. Metody Jacobiego, Gaussa-Seidela, SOR. Kryteria zbieżności metod iteracyjnych                                                               | 1                |
| <b>C8</b> | Podstawy przybliżeń różnicowych dla pochodnych funkcji. Wyznaczanie błędów obciążenia przybliżeń                                                                                                                     | 1                |

| ĆWICZENIA  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                          | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C9</b>  | Metody różnicowe rozwiązywania zagadnień z warunkiem brzegowym dla równań różniczkowych zwyczajnych 2-go rzędu                                                                                                                                                                                                  | 1                |
| <b>C10</b> | Metody różnicowe rozwiązywania zagadnień z warunkiem początkowym dla równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu. Metody bezpośrednie i pośrednie a kwestia stabilności numerycznej. Metody: bezpośrednia Eulera, pośrednia Eulera, reguła trapezów                                                       | 1                |
| <b>C11</b> | Metody rozwiązywania zagadnień z warunkiem początkowym i brzegowym dla równań różniczkowych cząstkowych w przestrzeni jednowymiarowej, na przykładzie równań dyfuzji. Metody: Klasyczna metoda bezpośrednia, Metoda Laasonen, Metoda Cranka-Nicolson.                                                           | 1                |
| <b>C12</b> | Interpolacja wielomianowa Lagrangea funkcji jednej zmiennej. Bazy: potęgowa, Lagrangea i Newtona wielomianów interpolacyjnych. Algorytm Hornera. Algorytm Nevillea. Zjawisko Rungego w interpolacji wielomianowej Lagrangea funkcji jednej zmiennej. Interpolacja wielomianowa Hermitea funkcji jednej zmiennej | 1                |
| <b>C13</b> | Interpolacja funkcjami sklejanymi. Interpolacja biliniowa funkcji dwóch zmiennych.                                                                                                                                                                                                                              | 1                |
| <b>C14</b> | Numeryczne obliczanie całek oznaczonych. Kwadratury                                                                                                                                                                                                                                                             | 1                |
| <b>C15</b> | Podsumowanie                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Wykłady

**N4** 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                                                               | 60                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 5                                                       |
| 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                               | 35                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 18                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>120</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Odpowiedź ustna

**F3** Zadanie tablicowe

**F4** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

**P2** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Do egzaminu mogą przystąpić studenci, którzy uzyskali zaliczenia ćwiczeń rachunkowych oraz laboratorium

**W2** Egzamin pisemny obejmuje pytania o charakterze testowym, opisowym, oraz proste zadania rachunkowe

**W3** Ocena końcowa z przedmiotu liczona jest jako średnia ważona ocen P1 i P2

### KRYTERIA OCENY

|                     |                                                                                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi odpowiedzieć na 50% lub więcej zadanych pytań lub zadań, lub nie przedstawia wogóle wyników ćwiczeń laboratoryjnych                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 50\%$ i $n \leq 65\%$ zadanych pytań lub zadań, lub przedstawia po właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 65\%$ i $n \leq 75\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 75\%$ i $n \leq 85\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 85\%$ i $n \leq 95\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 95\%$ i $n \leq 100\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi odpowiedzieć na 50% lub więcej zadanych pytań lub zadań, lub nie przedstawia wogóle wyników ćwiczeń laboratoryjnych                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 50\%$ i $n \leq 65\%$ zadanych pytań lub zadań, lub przedstawia po właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 65\%$ i $n \leq 75\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 75\%$ i $n \leq 85\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 85\%$ i $n \leq 95\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 95\%$ i $n \leq 100\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi odpowiedzieć na 50% lub więcej zadanych pytań lub zadań, lub nie przedstawia wogóle wyników ćwiczeń laboratoryjnych                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 50\%$ i $n \leq 65\%$ zadanych pytań lub zadań, lub przedstawia po właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 65\%$ i $n \leq 75\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 75\%$ i $n \leq 85\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 85\%$ i $n \leq 95\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |

|                     |                                                                                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 95\%$ i $n \leq 100\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi odpowiedzieć na 50% lub więcej zadanych pytań lub zadań, lub nie przedstawia wogóle wyników ćwiczeń laboratoryjnych                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 50\%$ i $n \leq 65\%$ zadanych pytań lub zadań, lub przedstawia po właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 65\%$ i $n \leq 75\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 75\%$ i $n \leq 85\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 85\%$ i $n \leq 95\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 95\%$ i $n \leq 100\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi odpowiedzieć na 50% lub więcej zadanych pytań lub zadań, lub nie przedstawia wogóle wyników ćwiczeń laboratoryjnych                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 50\%$ i $n \leq 65\%$ zadanych pytań lub zadań, lub przedstawia po właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 65\%$ i $n \leq 75\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 75\%$ i $n \leq 85\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 85\%$ i $n \leq 95\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 95\%$ i $n \leq 100\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi odpowiedzieć na 50% lub więcej zadanych pytań lub zadań, lub nie przedstawia wogóle wyników ćwiczeń laboratoryjnych                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 50\%$ i $n \leq 65\%$ zadanych pytań lub zadań, lub przedstawia po właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 65\%$ i $n \leq 75\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |

|                     |                                                                                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 75\%$ i $n \leq 85\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 85\%$ i $n \leq 95\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 95\%$ i $n \leq 100\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 7 |                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi odpowiedzieć na 50% lub więcej zadanych pytań lub zadań, lub nie przedstawia wogóle wyników ćwiczeń laboratoryjnych                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 50\%$ i $n \leq 65\%$ zadanych pytań lub zadań, lub przedstawia po właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 65\%$ i $n \leq 75\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 75\%$ i $n \leq 85\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 85\%$ i $n \leq 95\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 95\%$ i $n \leq 100\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 8 |                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi odpowiedzieć na 50% lub więcej zadanych pytań lub zadań, lub nie przedstawia wogóle wyników ćwiczeń laboratoryjnych                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 50\%$ i $n \leq 65\%$ zadanych pytań lub zadań, lub przedstawia po właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 65\%$ i $n \leq 75\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 75\%$ i $n \leq 85\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student odpowiada poprawnie na $n > 85\%$ i $n \leq 95\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student odpowiada poprawnie na $n > 95\%$ i $n \leq 100\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 9 |                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi odpowiedzieć na 50% lub więcej zadanych pytań lub zadań, lub nie przedstawia wogóle wyników ćwiczeń laboratoryjnych                   |

|                      |                                                                                                                                                           |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0         | Student odpowiada poprawnie na $n > 50\%$ i $n \leq 65\%$ zadanych pytań lub zadań, lub przedstawia po właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 3.5         | Student odpowiada poprawnie na $n > 65\%$ i $n \leq 75\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.0         | Student odpowiada poprawnie na $n > 75\%$ i $n \leq 85\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.5         | Student odpowiada poprawnie na $n > 85\%$ i $n \leq 95\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 5.0         | Student odpowiada poprawnie na $n > 95\%$ i $n \leq 100\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 10 |                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0         | Student nie potrafi odpowiedzieć na 50% lub więcej zadanych pytań lub zadań, lub nie przedstawia wogóle wyników ćwiczeń laboratoryjnych                   |
| NA OCENĘ 3.0         | Student odpowiada poprawnie na $n > 50\%$ i $n \leq 65\%$ zadanych pytań lub zadań, lub przedstawia po właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 3.5         | Student odpowiada poprawnie na $n > 65\%$ i $n \leq 75\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.0         | Student odpowiada poprawnie na $n > 75\%$ i $n \leq 85\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 4.5         | Student odpowiada poprawnie na $n > 85\%$ i $n \leq 95\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych  |
| NA OCENĘ 5.0         | Student odpowiada poprawnie na $n > 95\%$ i $n \leq 100\%$ zadanych pytań lub zadań oraz przedstawia we właściwym terminie wyniki ćwiczeń laboratoryjnych |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------|
| EK1               | I1_W01                                                                         | Cel 1           | L1 L2 W1 C1 C2    | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK2               | I1_U05                                                                         | Cel 2           | L1 L2 W1 C1 C2    | N1 N2 N3 N4           | F4             |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                             | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------|-----------------------|----------------|
| EK3               | I1_W01                                                                         | Cel 1           | L3 L4 L5 L6 L7<br>W2 W3 C3 C4<br>C5 C6 C7     | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK4               | I1_U05                                                                         | Cel 2           | L3 L4 L5 L6 L7<br>W2 W3 C3 C4<br>C5 C6 C7     | N1 N2 N3 N4           | F4             |
| EK5               | I1_W01                                                                         | Cel 1           | L8 L9 L10 L11<br>W4 W5 W6 W7<br>C8 C9 C10 C11 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK6               | I1_U05                                                                         | Cel 2           | L8 L9 L10 L11<br>W4 W5 W6 W7<br>C8 C9 C10 C11 | N1 N2 N3 N4           | F4             |
| EK7               | I1_W01                                                                         | Cel 1           | L12 L13 W8 C12<br>C13                         | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK8               | I1_U05                                                                         | Cel 2           | L12 L13 W8 C12<br>C13                         | N1 N2 N3 N4           | F4             |
| EK9               | I1_W01                                                                         | Cel 1           | L14 W9 C14                                    | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK10              | I1_U05                                                                         | Cel 2           | L14 W9 C14                                    | N1 N2 N3 N4           | F4             |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] **D. Kincaid, W. Cheney** — *Analiza numeryczna*, Warszawa, 2006, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 ] **A. Ralston** — *Wstęp do analizy numerycznej*, Warszawa, 1983, PWN

[2 ] **J. i M. Jankowscy** — *Przegląd metod i algorytmów numerycznych, cz. 1*, Warszawa, 1981, WNT

[3 ] **J. i M. Jankowscy** — *Przegląd metod i algorytmów numerycznych. cz. 2*, Warszawa, 1982, WNT

[4 ] **A. Björck, G. Dahlquist** — *Metody numeryczne*, Warszawa, 1983, PWN

[5 ] **Z. Fortuna, B. Macukow, L Wąsowski** — *Metody numeryczne*, Warszawa, 1982, WNT

[6 ] **D. Potter** — *Metody obliczeniowe fizyki (fizyka komputerowa)*, Warszawa, 1977, PWN

[7 ] **M. Wit** — *Elementy Metod Numerycznych*, Kraków, 2006, Wyd. Polit. Krak.

- [8 ] **J. Krupka, R. Z. Morawski, L. J. Opalski** — *Wstęp do metod numerycznych dla studentów elektroniki i technik informacyjnych*, Warszawa, 1999, Oficyna Wyd. Polit. Warsz.
- [9 ] **W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling** — *Numerical Recipes*, Cambridge, 1988, Cambridge University Press

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Lesław Bieniasz (kontakt: [nbbienia@cyf-kr.edu.pl](mailto:nbbienia@cyf-kr.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. Lesław Bieniasz (kontakt: [nbbienia@cyf-kr.edu.pl](mailto: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)

.....