

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Informatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: Info

Stopień studiów: I

Specjalności: bez specjalności

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                            |
|-----------------------------------------|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Symulacja komputerowa      |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Computer Simulations       |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIEiK INFOR oIS PK25 16/17 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe      |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                       |
| SEMESTRY                                | 5                          |

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

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKTY |   |
|---------|---------|-----------|-------------|---------------------------------|----------|---|
| 5       | 30      | 0         | 0           | 15                              | 15       | 0 |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie podstawowych pojęć i metod w zakresie modelowania i symulacji komputerowej układów dynamicznych. Metody matematycznego opisu dynamiki układów ciągłych i dyskretnych w domenach czasu i częstotliwości.

**Cel 2** Powzięcie wiedzy o opisie matematycznym procesów dynamicznych ciągłych i dyskretnych oraz transformacjach układu ciągłego w dyskretny w dziedzinach czasu i częstotliwości. Poznanie reguł przybliżania pochodnej

poprzez różnice skończone i problematyki wpływu długości kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.

**Cel 3** Nabycie umiejętności konstruowania podstawowych algorytmów jednokrokowych numerycznego rozwiązywania równań stanu.

**Cel 4** Nabycie umiejętności konstruowania wybranych algorytmów wielokrokowych numerycznego rozwiązania równań stanu.

**Cel 5** Nabycie umiejętności dokonywania oceny stabilności algorytmów symulacji przy uwzględnieniu problemu sztywności równań modelu.

**Cel 6** Nabycie umiejętności przeprowadzenia symulacji komputerowej wybranych urządzeń elektrycznych, mechanicznych, elektromechanicznych, elektroenergetycznych. Doskonalenie umiejętności pracy zespołowej.

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

1 Zaliczenia przedmiotów: "Analiza matematyczna i algebra liniowa", "Matematyka dyskretna".

2 Zaliczenie przedmiotów: "Wstęp do programowania", "Metody programowania", "Metody obliczeniowe".

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Znajomość podstawowych zagadnień symulacji komputerowej obiektów dynamicznych ciągłych i dyskretnych.

**EK2 Wiedza** Poznanie na poziomie podstawowym problematyki transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny w dziedzinach czasu i częstotliwości. Poznanie metodyki szacowania wpływu kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.

**EK3 Umiejętności** Tworzenie podstawowych algorytmów jednokrokowych numerycznego rozwiązania równań stanu przy wykorzystaniu rozwinięcia w szereg Taylora.

**EK4 Umiejętności** Tworzenie wybranych algorytmów wielokrokowych numerycznego rozwiązania równań modelu w oparciu o wielomianową aproksymację rozwiązania.

**EK5 Umiejętności** Dokonywanie oceny dokładności obliczeniowej i stabilności numerycznej typowych algorytmów symulacyjnych. Uwzględnienie problemu sztywności równań modelu.

**EK6 Kompetencje społeczne** Umiejętność przeprowadzania badań symulacyjnych wybranych urządzeń elektrycznych, elektronicznych, mechanicznych, elektromechanicznych i elektroenergetycznych. Doskonalenie umiejętności pracy zespołowej.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |                                                                                                                                                                                                      |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Pojęcia wstępne problematyki symulacji komputerowej, stacjonarność i niestacjonarność procesów, typy modeli matematycznych. Opis dynamiczny układów nieliniowych i liniowych ciągłych i dyskretnych. | 4                |

| WYKŁADY    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W2</b>  | Transformacje układu ciągłego w komputerowy model dyskretny. Aproksymacja pochodnej poprzez różnice skończone w dziedzinie czasu i częstotliwości. Przykłady wykorzystania różnych formuł całkowania. Problem zniekształceń charakterystyk częstotliwościowych modelu dyskretnego w porównaniu z modelem ciągłym.                      | 4                |
| <b>W3</b>  | Numeryczne rozwiązywanie zagadnień początkowych opisanych liniowymi równaniami różniczkowymi zwyczajnymi. Rozwiązywanie numeryczne równań stanu - dokładne i przybliżone. Podstawowe algorytmy całkowania przybliżonego: jawny i niejawny algorytm Eulera, algorytm trapezów.                                                          | 2                |
| <b>W4</b>  | Jednokrokowe wieloetapowe algorytmy symulacji komputerowej oparte na rozwinięciu dokładnego rozwiązania w szereg Taylora. Błąd lokalny obcięcia. Algorytmy Rungego-Kutty. Strategia zmian długości kroku całkowania, przykłady modyfikacji Fehlberga, Dormanda-Prince'a i Bogackiego-Shampine'a.                                       | 4                |
| <b>W5</b>  | Wielokrokowe algorytmy symulacji komputerowej oparte na wielomianowej aproksymacji rozwiązania. Definiowanie rozwiązań w postaci zależnej od rozwiązań w punktach poprzedzających aktualną chwilę czasową. Określenie warunków przy których algorytm wielokrokowy wyznacza przybliżone rozwiązanie określone zależnością wielomianową. | 2                |
| <b>W6</b>  | Problematyka wyboru typu algorytmu wielokrokowego dokonywanego na podstawie określenia warunków przedstawionych w W5. Przykłady budowy algorytmów: bezpośredniego (Adamsa-Bashfortha) i pośredniego (Adamsa-Moultona). Strategia predykcji-korekcyjna.                                                                                 | 2                |
| <b>W7</b>  | Problem wpływu sztywności równań modelu na efektywność symulacji komputerowej. Strategia zmiany rzędu i kroku algorytmu symulacyjnego. Przykłady zastosowań: algorytmy Geara, Klopfensteina i Rosenbrocka.                                                                                                                             | 4                |
| <b>W8</b>  | Badanie stabilności bezwzględnej wielokrokowych algorytmów symulacji komputerowej. Określenie obszarów stabilności bezwzględnej na płaszczyźnie zmiennej zespolonej (przy założeniu, że standardowe równania modelu posiadają zespolone wartości własne) na przykładach algorytmów bezpośrednich i pośrednich omówionych w W6 i W7.    | 3                |
| <b>W9</b>  | Metodyka symulacji złożonych układów dynamicznych na wybranych przykładach z dziedziny elektrotechniki, mechaniki i elektroenergetyki.                                                                                                                                                                                                 | 3                |
| <b>W10</b> | Porównanie doświadczeń związanych z wykorzystaniem funkcji przeznaczonych do całkowania równań stanu zaimplementowanych w pakiecie Simulink (MATLAB) z doświadczeniami wynikającymi z wieloletniego użytkowania własnego oprogramowania symulacyjnego.                                                                                 | 2                |

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |                                                        |                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                          | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>               | Badanie prostych algorytmów całkowania przybliżonego na przykładach algorytmów: jawnego i niejawnego Eulera i algorytmu trapezów.                                                                                                                                                                                                               | 2                |
| <b>K2</b>               | Symulacja dynamiki wybranych czwórników elektrycznych pierwszego i drugiego rzędu przy wykorzystaniu jednokrokowych algorytmów całkowania numerycznego ze stałym i zmiennym krokiem.                                                                                                                                                            | 2                |
| <b>K3</b>               | Transformacja układu ciągłego w dyskretny na przykładzie obwodu elektrycznego RLC. Przeprowadzenie badań symulacyjnych modelu ciągłego i modelu dyskretnego obwodu przy wykorzystaniu obu metod Eulera. Badanie stabilności rozwiązania numerycznego uzależnionej od częstotliwości próbkowania przy której przeprowadzono transformację.       | 2                |
| <b>K4</b>               | Badanie efektywności kilku wybranych algorytmów symulacji komputerowej testowanych na modelu opisanym układem równań sztywnych. Obliczenia przeprowadzane są przy wykorzystaniu funkcji programu MATLAB zaimplementowanych w pakiecie Simulink.                                                                                                 | 2                |
| <b>K5</b>               | Budowa modelu kaskadowego układu regulacji prędkości silnika prądu stałego obrabiarki sterowanej numerycznie przy użyciu pakietu Simulink. Przeprowadzenie symulacji układu. Zbadanie efektywności symulacji w zależności od wyboru strategii zmiany kroku całkowania.                                                                          | 2                |
| <b>K6</b>               | Badanie symulacyjne dynamiki nieliniowego układu mechanicznego zawierającego w swojej strukturze regulator dwupołożeniowy z histerezą i liniowy filtr dolnoprzepustowy. Ilustracja wyników na płaszczyźnie fazowej. Badanie charakteru przebiegów dynamicznych w zależności od kształtu charakterystyk częstotliwościowych regulatora i filtru. | 2                |
| <b>K7</b>               | Badanie symulacyjne dynamiki uproszczonego makromodelu systemu energetycznego z automatyczną regulacją częstotliwości. Symulacja awarii systemu i testowanie skuteczności układu regulacji częstotliwości dla różnych nastaw regulatora.                                                                                                        | 2                |
| <b>K8</b>               | Przeprowadzenie pisemnego kolokwium zawierającego pytania związane z realizacją ćwiczeń.                                                                                                                                                                                                                                                        | 1                |

| PROJEKTY  |                                                                                                                                                                                                                     |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Wstępna analiza własności dynamicznych zadanego obiektu, który zostanie poddany badaniom symulacyjnym. Określenie parametrów obiektu. Budowa modelu symulacyjnego w formie układu równań opisujących jego dynamikę. | 2                |
| <b>P2</b> | Poprzedzony wstępną analizą charakteru równań modelu, wybór typu algorytmu symulacyjnego, jego rzędu (względnie wybór metody ze zmiennym rzędem) i strategii doboru kroku całkowania                                | 2                |

| PROJEKTY  |                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P3</b> | Wykonanie modelu komputerowego i przeprowadzenie wariantowych badań symulacyjnych przy użyciu wybranych typów algorytmów symulacyjnych. Przetestowanie zmian rzędu algorytmu oraz zmian metody doboru kroku całkowania. Wykorzystanie pakietu Simulink. | 6                |
| <b>P4</b> | Oszacowanie dokładności obliczeń symulacyjnych i efektywności symulacji dla zastosowanych algorytmów i strategii doboru rzędu i kroku.                                                                                                                  | 3                |
| <b>P5</b> | Przygotowanie raportu zawierającego opis przebiegu przeprowadzonych badań oraz podsumowanie zawierające wnioski jakie z nich wynikają.                                                                                                                  | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** Ćwiczenia projektowe

**N4** Konsultacje

**N5** Praca w grupach

**N6** Dyskusja

## 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                                                                         | 2                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 3                                                       |
| dyskusja                                                                                         | 2                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 25                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 15                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 12                                                      |
| praca w grupach                                                                                  | 1                                                       |
| <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

Formy oceny

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Ćwiczenie praktyczne

**F2** Odpowiedź ustna

**F3** Projekt zespołowy

**F4** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Kolokwium

**P2** Projekt

**P3** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Pozytywne oceny z projektu i laboratorium komputerowego oraz udział w wykładach

**OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA**

**B1** Ocena aktywności bez udziału nauczyciela dokonywana jest w trakcie przeprowadzania zajęć laboratoryjnych i w czasie konsultacji projektowych oraz w ramach konsultacji poza godzinami zajęć dydaktycznych

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie posiadał w dostatecznym stopniu wiedzy o podstawowych zagadnieniach symulacji komputerowej                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Student posiadał wiedzę o podstawowych zagadnieniach symulacji komputerowej w dostatecznym stopniu, nie wykazuje jednak aktywności w spożytkowaniu tej wiedzy                                     |
| NA OCENĘ 3.5        | Student przeciętnie orientuje się w podstawowych zagadnieniach symulacji komputerowej lecz ma trudności z samodzielnym wykorzystywaniem tej wiedzy                                                |
| NA OCENĘ 4.0        | Student dobrze orientuje się w podstawowych zagadnieniach symulacji komputerowej lecz z trudnością tą wiedzę wykorzystuje                                                                         |
| NA OCENĘ 4.5        | Student bardzo dobrze orientuje się w podstawowych zagadnieniach symulacji komputerowej ale przy samodzielnym wykorzystywaniu tej wiedzy ma niekiedy trudności                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Student biegle zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej złożonych obiektów dynamicznych i z pożytkiem je wykorzystuje                                                                    |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie posiadał w dostatecznym stopniu wiedzy o transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny.                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Student posiadał w wystarczającym stopniu wiedzę o transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny, ale nie potrafi dobrze oszacować wpływu kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student posiadał w wystarczającym stopniu wiedzę o transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny i potrafi ogólnie oszacować wpływ kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.        |
| NA OCENĘ 4.0        | Student posiadał w dobrym stopniu wiedzę o transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny i potrafi ogólnie oszacować wpływ kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.                |
| NA OCENĘ 4.5        | Student posiadał w dobrym stopniu wiedzę o transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny i potrafi prawidłowo oszacować wpływ kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.             |
| NA OCENĘ 5.0        | Student doskonale zna problematykę transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny i potrafi prawidłowo oszacować wpływ kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.                     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                   |

|                     |                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi skonstruować podstawowych algorytmów jednokrokowych numerycznego rozwiązywania równań stanu.                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi skonstruować co najmniej dwa podstawowe algorytmy jednokrokowe numerycznego rozwiązywania równań stanu.                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi skonstruować trzy podstawowe algorytmy jednokrokowe numerycznego rozwiązywania równań stanu.                                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi samodzielnie konstruować podstawowe algorytmy jednokrokowe numerycznego rozwiązywania równań stanu.                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi samodzielnie konstruować podstawowe algorytmy jednokrokowe numerycznego rozwiązywania równań stanu i potrafi dokonać oceny ich skuteczności.                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi swobodnie konstruować podstawowe algorytmy jednokrokowe numerycznego rozwiązywania równań stanu, dobierać krok całkowania i dokonywać oceny skuteczności obliczeń symulacyjnych.                 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi tworzyć podstawowych algorytmów wielokrokowych numerycznego rozwiązywania równań modelu.                                                                                                     |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi utworzyć jeden podstawowy algorytm wielokrokowy numerycznego rozwiązywania równań modelu.                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi samodzielnie utworzyć dwa podstawowe algorytmy wielokrokowe numerycznego rozwiązywania równań modelu.                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi samodzielnie utworzyć trzy podstawowe algorytmy wielokrokowe numerycznego rozwiązywania równań modelu.                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi samodzielnie utworzyć co najmniej trzy podstawowe algorytmy wielokrokowe numerycznego rozwiązywania równań modelu i potrafi dokonać wyboru skutecznej strategii zmian długości kroku całkowania. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi swobodnie tworzyć podstawowe algorytmy wielokrokowe numerycznego rozwiązywania równań modelu i potrafi skonstruować algorytm predykcyjno-korekcyjny.                                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi dokonać oszacowania dokładności obliczeniowej i oceny stabilności numerycznej typowych algorytmów symulacyjnych.                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi dokonać oszacowania dokładności obliczeniowej i oceny stabilności numerycznej jednego typowego algorytmu symulacyjnego.                                                                          |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi samodzielnie dokonać oszacowania dokładności obliczeniowej oraz oceny stabilności numerycznej dwóch typowych algorytmów symulacyjnych.                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi samodzielnie dokonać oszacowania dokładności obliczeniowej oraz oceny stabilności numerycznej trzech typowych algorytmów symulacyjnych.                                                          |



|                     |                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi samodzielnie dokonać oszacowania dokładności obliczeniowej oraz oceny stabilności numerycznej trzech typowych algorytmów symulacyjnych przy uwzględnieniu sztywności równań modelu.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi biegle dokonywać oszacowania dokładności obliczeniowej oraz oceny stabilności numerycznej typowych algorytmów symulacyjnych przy uwzględnieniu sztywności równań modelu.              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie posiadał umiejętności przeprowadzania badań symulacyjnych dynamiki złożonych obiektów. Nie potrafi wkomponować się w skład zespołu realizującego projekt.                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Student posiadał w dostatecznym stopniu umiejętność przeprowadzania badań symulacyjnych dynamiki złożonych obiektów, ale z trudnością potrafił się wkomponować w skład zespołu realizującego projekt. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w dość dobrym stopniu posiadał umiejętność przeprowadzania badań symulacyjnych dynamiki złożonych obiektów, ale z pewnymi oporami wkomponowuje się w skład zespołu realizującego projekt.     |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w dobrym stopniu posiadał umiejętność przeprowadzania badań symulacyjnych dynamiki złożonych obiektów i wkomponowuje się w skład zespołu realizującego projekt.                               |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w bardzo dobrym stopniu posiadał umiejętność przeprowadzania badań symulacyjnych dynamiki złożonych obiektów i dobrze wkomponowuje się w skład zespołu realizującego projekt.                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Student biegle przeprowadza badania symulacyjne dynamiki złożonych obiektów, doskonale współpracuje z kolegami i lubi pracować w zespole realizującym projekt.                                        |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K_W01 K_W09                                                                    | Cel 1           | W1 W2 W3 K1<br>K2 P1       | N1 N2 N3              | F1 F2 F4      |
| EK2               | K_W01 K_W03<br>K_W09                                                           | Cel 2           | W2 W3 W4 W5<br>K3 K4 P1 P2 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F4      |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| EK3               | K_W01 K_U07<br>K_U11                                                           | Cel 3           | W3 W4 K1 K2<br>K4 K5 P2 P3 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F4      |
| EK4               | K_W01 K_U07<br>K_U11                                                           | Cel 4           | W5 W6 K5 K6<br>K7 P3       | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 F4   |
| EK5               | K_W09 K_U01<br>K_U07 K_U11                                                     | Cel 5           | W6 W7 W8 K5<br>K6 K7 P3 P4 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 F3 F4   |
| EK6               | K_W05 K_U11<br>K_K02 K_K04                                                     | Cel 6           | W9 W10 K8 P4<br>P5         | N1 N2 N3 N4           | P1 P2 P3      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Rosłonec S.** — *Wybrane metody numeryczne z przykładami zastosowań w zadaniach inżynierskich*, Warszawa, 2008, oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej
- [2] | **Krupka J Miękina A. Morawski R., Opalski L.** — *Wstęp do metod numerycznych dla studentów elektroniki i technik informacyjnych*, Warszawa, 2009, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej
- [3] | **Klempka R., Stankiewicz A.** — *Modelowanie i symulacja układów dynamicznych*, Kraków, 2006, Uczelniane Wyd. Naukowo-Dydaktyczne AGH
- [4] | **Klempka R., Sikora-Iliew R., Stankiewicz A., Świętek B.** — *Modelowanie i symulacja układów elektrycznych w Matlabie. Przykłady*, Kraków, 2007, Uczelniane Wyd. Naukowo-Dydaktyczne AGH
- [5] | **Osowski S.** — *Modelowanie i symulacja układów i procesów dynamicznych*, Warszawa, 2007, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej
- [6] | **Krupowicz A.** — *Metody numeryczne zagadnień początkowych równań różniczkowych zwyczajnych*, Warszawa, 1986, PWN
- [7] | **Drozdowski P.** — *Wprowadzenie do Matlaba*, Kraków, 1996, Wyd. Politechniki Krakowskiej

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Brzózka J., Dorobczyński L.** — *Matlab. Środowisko obliczeń naukowo-technicznych*, Warszawa, 2008, PWN SA
- [2] | **Osowski S., Cichocki A., Siwek K.** — *Matlab w zastosowaniu do obliczeń obwodowych i przetwarzania sygnałów*, Warszawa, 2006, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej
- [3] | **Pratap R.** — *Matlab 7 dla naukowców i inżynierów*, Warszawa, 2007, PWN SA

**LITERATURA DODATKOWA**

- [1] | Tadeusiewicz R., Jaworek J., Kańtoch E., Miller J., Pięciak T., Przybyło J. — *Wprowadzenie do modelowania systemów biologicznych oraz ich symulacji w środowisku MATLAB*, Lublin, 2012, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej

**12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH****OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr hab.inż. Mieczysław Zając (kontakt: gpedrak@pk.edu.pl)

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr hab. inż. Mieczysław Zając (kontakt: mzaaj@pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....