

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2017/2018

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 W JĘZYKU ANGIELSKIM	Computer Simulations
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK INFOR oIS PK25 17/18
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	5

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- 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 Poznanie zasad opisu matematycznego procesów dynamicznych ciągłych i dyskretnych oraz zasad transformowania 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" oraz "Matematyka dyskretna".

2 Zaliczenie przedmiotów: "Wstęp do programowania", "Metody programowania" oraz "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

PROJEKTY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	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

PROJEKTY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P2	Poprzedzony wstępną analizą charakteru równań modelu, wybór typu algorytmu symulacyjnego, jego rzędu (względnie wybór metody ze zmiennym rzędem) i strategii doboru kroku całkowania	2
P3	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
P4	Oszacowanie dokładności obliczeń symulacyjnych i efektywności symulacji dla wybranych algorytmów i wybranej strategii doboru rzędu i kroku.	3
P5	Przygotowanie raportu zawierającego opis przebiegu przeprowadzonych badań oraz podsumowanie zawierające wnioski jakie z nich wynikają.	2

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Badanie prostych algorytmów całkowania przybliżonego na przykładach algorytmów: jawnego i niejawnego Eulera i algorytmu trapezów.	2
K2	Symulacja dynamiki wybranych czwórników elektrycznych pierwszego i drugiego rzędu przy wykorzystaniu jednokrokowych algorytmów całkowania numerycznego ze stałym i zmiennym krokiem.	2
K3	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
K4	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
K5	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
K6	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. Cykl graniczny.	2

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K7	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
K8	Przeprowadzenie pisemnego kolokwium zawierającego pytania związane z realizacją ćwiczeń.	1

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Pojęcia wstępne dotyczące problematyki symulacji komputerowej, stacjonarność i niestacjonarność procesów, typy modeli matematycznych. Opis dynamiczny układów nieliniowych i liniowych, ciągłych i dyskretnych.	4
W2	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
W3	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
W4	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
W5	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
W6	Problematyka wyboru typu algorytmu wielokrokowego. Przykłady budowy algorytmów: bezpośredniego (Adamsa-Bashfortha) i pośredniego (Adamsa-Moultona). Strategia predykcyjno-korekcyjna.	2
W7	Problem wpływu sztywności równań modelu na efektywność symulacji komputerowej. Strategia zmiany rzędu i kroku algorytmu symulacyjnego. Przykłady zastosowań: algorytmy Geara, Klopfensteina i Rosenbrocka.	4

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W8	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.	3
W9	Metodyka symulacji złożonych układów dynamicznych na wybranych przykładach z dziedziny elektrotechniki, mechaniki i elektroenergetyki. Przykład wykorzystania symulacji w diagnostyce układów dynamicznych.	3
W10	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

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 NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	3
dyskusja	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	25
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	12
praca w grupach	1
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	120
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 wykonania projektu i laboratorium komputerowego oraz wysłuchanie wykładów

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 pewną trudnością tą wiedzę wykorzystuje
NA OCENĘ 4.5	Student bardzo dobrze orientuje się w podstawowych zagadnieniach symulacji komputerowej ale niekiedy napotyka na trudności przy samodzielnym wykorzystywaniu tej wiedzy w przypadku złożonych obiektów
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_W03 K_W04	Cel 1	P1 K1 K2 W1 W2 W3	N1 N2 N3	F1 F2 F4
EK2	K_W01 K_W02 K_W03 K_W04 K_W09	Cel 2	P1 P2 K3 K4 W2 W3 W4 W5	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_W03 K_U02 K_U03 K_U07	Cel 3	P2 P3 K1 K2 K4 K5 W3 W4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4
EK4	K_W01 K_W03 K_W09 K_U07 K_U09 K_U11	Cel 4	P3 K5 K6 K7 W5 W6	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK5	K_U07 K_U10 K_U11 K_U13	Cel 5	P3 P4 K5 K6 K7 W6 W7 W8	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 F4
EK6	K_W22 K_U02 K_U06 K_U07 K_K01 K_K02 K_K03 K_K04 K_K06	Cel 6	P4 P5 K8 W9 W10	N1 N2 N3 N4	F1 F3 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 Matlab*, 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: mzaj@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....