

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Informatyka w Inżynierii Komputerowej

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: IwIK

Stopień studiów: I

Specjalności: bez specjalności

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Symulacja komputerowa
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Computer simulation
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK INFOR_W_INZ_KOMP oIS PS1 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
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 i zrozumienie podstawowych pojęć i metod w zakresie modelowania i symulacji komputerowej układów dynamicznych. Nabycie umiejętności przyporządkowania zjawiskom zachodzącym w układach dynamicznych odpowiedniej postaci opisu matematycznego. Poznanie podstawowych narzędzi informatycznych dla opisu działania 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 wyboru rodzaju i rzędu metody numerycznej oraz długości kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.
- Cel 3** Nabycie umiejętności konstruowania wybranych algorytmów jednokrokowych numerycznego rozwiązywania równań stanu, dla których punktem wyjściowym jest rozwinięcie funkcji w szereg Taylora.
- Cel 4** Nabycie umiejętności konstruowania wybranych algorytmów wielokrokowych numerycznego rozwiązania równań stanu, dla których podstawę stanowi wielomianowa aproksymacja rozwiązania.
- Cel 5** Nabycie umiejętności dokonywania oceny stabilności numerycznej algorytmów symulacji przy uwzględnieniu problemu sztywności równań modelu układu dynamicznego.
- Cel 6** Nabycie umiejętności przeprowadzenia symulacji komputerowej wybranych urządzeń elektrycznych, mechanicznych, elektromechanicznych, czy też 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 oraz podstawowych narzędzi informatycznych jej realizacji.
- EK2 Wiedza** Poznanie i zrozumienie zasad transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny w dziedzinach czasu i częstotliwości. Poznanie metodyki szacowania wpływu długości kroku dyskretyzacji na stabilność numeryczną i dokładność rozwiązania.
- EK3 Umiejętności** Nabycie umiejętności tworzenia podstawowych algorytmów jednokrokowych numerycznego rozwiązania równań stanu przy wykorzystaniu rozwinięcia w szereg Taylora.
- EK4 Umiejętności** Nabycie umiejętności tworzenia wybranych algorytmów wielokrokowych numerycznego rozwiązania równań modelu w oparciu o wielomianową aproksymację rozwiązania.
- EK5 Umiejętności** Nabycie umiejętności wykorzystania narzędzi informatycznych dla dokonywania oceny dokładności obliczeniowej i stabilności numerycznej typowych algorytmów symulacyjnych, a także umiejętności wykorzystania narzędzi informatycznych skonstruowanych dla rozwiązania problemu sztywności równań modelu.
- EK6 Kompetencje społeczne** Nabycie umiejętności wykorzystywania narzędzi informatycznych do przeprowadzania w zespole kompleksowych badań symulacyjnych wybranych urządzeń elektrycznych, elektronicznych, mechanicznych, elektromechanicznych i elektroenergetycznych. Doskonalenie umiejętności pracy zespołowej.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Pojęcia wstępne dotyczące problematyki symulacji komputerowej, liniowość i nieliniowość, stacjonarność i niestacjonarność procesów, typy modeli matematycznych. Narzędzia informatyczne dla opisu dynamiki układów nieliniowych i liniowych oraz ciągłych i dyskretnych.	4
W2	Problematyka transformacji 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 - porównanie rozwiązania przybliżonego z rozwiązaniem dokładnym. Podstawowe algorytmy całkowania przybliżonego: jawny i niejawny algorytm Eulera oraz 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-Princepa i Bogackiego-Shampinea.	3
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 obiektu dynamicznego na efektywność symulacji komputerowej. Strategia zmiany rzędu i kroku algorytmu symulacyjnego. Trudności realizacyjne. Przykłady zastosowań: algorytmy Geara, Klopfensteina i Rosenbrocka.	4
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. Przykłady wykorzystania symulacji w sterowaniu i diagnostyce układów dynamicznych.	4
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

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
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. Sformułowanie wniosków.	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. Symulacja dynamiki dwuoczkowego obwodu elektrycznego drugiego rzędu.	2
K2	Symulacja dynamiki wybranych czwórników elektrycznych pierwszego i drugiego i trzeciego 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 w zależności 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

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
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
K7	Badanie symulacyjne dynamiki uproszczonego i zlinearyzowanego makromodelu systemu elektroenergetycznego z automatyczną regulacją częstotliwości. Symulacja awarii systemu i testowanie skuteczności układu regulacji częstotliwości dla różnych nastaw regulatorów w układach regulacji turbogeneratorów.	2
K8	Przeprowadzenie pisemnego kolokwium zawierającego pytania związane z realizacją ćwiczeń.	1

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratorium komputerowego

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	4
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
dyskusja	6
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	24
Opracowanie wyników	12
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	12
praca w grupach	2
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	120
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 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 znajomość treści 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 narzędziach informatycznych wykorzystywanych w rozwiązywaniu zagadnień symulacji komputerowej.
NA OCENĘ 3.0	Student w dostatecznym stopniu posiadał wiedzę o podstawowych zagadnieniach symulacji komputerowej, nie wykazuje jednak aktywności w jej spożytkowaniu.
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć proste algorytmy
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć rozwinięte algorytmy
NA OCENĘ 4.5	Student bardzo dobrze zna zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć złożony algorytm i kody programów
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 potrafił dobrze oszacować wpływu kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć proste algorytmy
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć rozwinięte algorytmy
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć złożone algorytmy
NA OCENĘ 5.0	Student bardzo dobrze zna problematykę transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny i potrafił prawidłowo oszacować wpływ kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafił 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 zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć proste algorytmy
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć rozwinięte algorytmy
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć złożone algorytmy
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 zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć proste algorytmy
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć rozwinięte algorytmy
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć złożone algorytmy
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi swobodnie tworzyć podstawowe algorytmy wielokrokowe numerycznego rozwiązywania równań modelu i potrafi skonstruować algorytm predykcjno-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 zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć proste algorytmy
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć rozwinięte algorytmy
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć złożone algorytmy

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 potrafi się wkomponować w skład zespołu realizującego projekt.
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć proste algorytmy
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć rozwinięte algorytmy
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe zagadnienia symulacji komputerowej. Potrafi tworzyć złożone algorytmy
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_W06 K_W16 K_W17 K_W20 K_W21 K_W23 K_U01 K_U03 K_U08 K_K03 K_K04	Cel 1	W1 W2 W3 P1 K1 K2	N1 N2 N3	F1 F2 F4
EK2	K_W06 K_W16 K_W17 K_W20 K_W23 K_U01 K_U03 K_U08 K_K03 K_K04	Cel 2	W2 W3 W4 W5 P1 P2 K3 K4	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_W06 K_W16 K_W17 K_W20 K_W23 K_U01 K_U03 K_U08 K_K03	Cel 3	W3 W4 P2 P3 K1 K2 K4 K5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4
EK4	K_W06 K_W16 K_W17 K_W20 K_W23 K_U01 K_U03 K_U08 K_K03 K_K04	Cel 4	W5 W6 P3 K5 K6 K7	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK5	K_W06 K_W16 K_W17 K_W23 K_U01 K_U03 K_U08 K_K03 K_K04	Cel 5	W6 W7 W8 P3 P4 K5 K6 K7	N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 F4
EK6	K_W06 K_W16 K_W17 K_W20 K_W23 K_U01 K_U03 K_U08 K_K03 K_K04	Cel 6	W9 W10 P4 P5 K8	N1 N2 N3 N4	F1 F3 P1 P2

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

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

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Osowski S., Cichocki A., Siwek K. — *Matlab w zastosowaniu do obliczeń obwodowych i przetwarzania sygnałów*, Warszawa, 2006, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej
- [2] | Ling S.J., Sanny J., Moebs W. — *Fizyka dla szkół wyższych, tomy I,II,III*, Warszawa, 2018, Katalyst Education, Open- Stax Polska

LITERATURA DODATKOWA

- [1] | Brzózka J., Dorobczyński L. — *Matlab. Środowisko obliczeń naukowo-technicznych*, Warszawa, 2008, PWN SA
- [2] | Pratap R. — *Matlab 7 dla naukowców i inżynierów*, Warszawa, 2007, PWN SA

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

prof.dr hab.inż. Volodymyr Samotyy (kontakt: vsamotyy@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Volodymyr Samotyy (kontakt: vsamotyy@pk.edu.pl)
- 2 prof. dr hab. inż. Sergii Telenyk (kontakt: sergii.telenyk@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....