



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Metody projektowania i optymalizacji [N2Eltech2-SNPE>MPiO]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Elektrotechnika

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy napędowe w przemyśle i elektromobilności

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

niestacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

10

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

10

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Łukasz Knypiński

lukasz.knypinski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawowe wiadomości z zakresu analizy matematycznej, rachunku różniczkowego, rachunku wektorowego i algebry liniowej. Powinien również posiadać zdolność do formułowania zadania projektowego na poziomie inżynierskim oraz umiejętność programowania komputerowego na poziomie ogólnym. Wymagana jest zdolność efektywnego samokształcenia poprzez pozyskiwanie informacji ze wskazanych źródeł oraz świadomość konieczności poszerzania swoich kompetencji i gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

### Cel przedmiotu

Zdobycie umiejętności poprawnego formułowania zadania syntezy i zadania optymalizacji obiektu technicznego; poznanie deterministycznych i niedeterministycznych metod optymalizacji bezwarunkowej, poznanie metod uwzględniania ograniczeń. Zdobycie umiejętności identyfikacji i formułowania zadań optymalizacji wielokryterialnej. Nabycie umiejętności doboru algorytmu optymalizacji do rodzaju rozwiązywanego zadania projektowego.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza:

1. Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie niektórych działów matematyki, obejmujących elementy matematyki dyskretnej i stosowanej, niezbędnej do modelowania i analizy działania zaawansowanych urządzeń i układów elektrycznych oraz opisu i analizy działania i syntezy złożonych układów elektrycznych.
2. Ma poszerzoną wiedzę z zakresu zaawansowanych metod numerycznych stosowanych do rozwiązywania złożonych zagadnień technicznych w elektrotechnice.
3. Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie projektowania urządzeń i układów elektrycznych z uwzględnieniem ich wpływu na środowisko.
4. Ma poszerzoną wiedzę w zakresie programowania wysokopoziomowego z zastosowaniem elementów programowania obiektowego.
5. Ma rozszerzoną wiedzę w zakresie komputerowego wspomagania projektowania w elektrotechnice.

#### Umiejętności:

1. Potrafi pozyskać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł, dokonywać ich interpretacji, oceny, krytycznej analizy i syntezy, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
2. Potrafi przygotować i przedstawić prezentację na temat realizacji zadania projektowego lub badawczego oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą zagadnienia specjalistycznego z uwzględnieniem zróżnicowanego kręgu odbiorców
3. Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne - w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując - do analizy i projektowania procesów, urządzeń i systemów elektrycznych.
4. Potrafi projektować i wykonać elementy oraz złożone urządzenia i układy elektryczne, z uwzględnieniem zadanych kryteriów pozatechnicznych (użytkowych i ekonomicznych), w razie potrzeby przystosowując istniejące lub opracowując nowe metody, techniki oraz komputerowe narzędzia wspomagania projektowania
5. Potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich - integrować wiedzę pochodzącą z różnych źródeł i pokrewnych dyscyplin oraz stosować metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne.

#### Kompetencje społeczne:

1. Ma świadomość potrzeby rozwijania dorobku zawodowego i przestrzegania zasad etyki zawodowej, wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

#### Wykład:

- ocena wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym,
- ocenianie ciągle na każdych zajęciach (premiowanie aktywności i jakości percepcji).

#### Projekt:

- sprawdzanie i premiowanie wiedzy niezbędnej do realizacji postawionych problemów,
  - ocena na podstawie bieżących postępów realizacji projektów w postaci programów komputerowych.
- Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:
- proponowanie omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia;
  - efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu;
  - uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych.

### Treści programowe

Program obejmuje zasady formułowanie zadania optymalizacji obiektu technicznego oraz przedstawia zasady działania wybranych deterministycznych i nondeterministycznych metod optymalizacji.

### Tematyka zajęć

#### Wykład:

Analiza i synteza urządzeń elektromagnetycznych. Formułowanie zadania optymalizacji obiektu technicznego: zmienne decyzyjne, funkcja celu, funkcje ograniczeń. Normalizacja zmiennych i funkcji. Deterministyczne metody optymalizacji. Metody gradientowe: metoda najszybszego spadku i metoda

gradientów sprzężonych. Minimalizacja kierunkowa. Procedury niedeterministyczne: algorytmy genetyczne, metoda roju cząstek, metoda nietoperzy, metoda szarych wilków oraz metoda poszukiwania kukułczego. Optymalizacja z ograniczeniami równościowymi: metoda Couranta. Metody optymalizacji z ograniczeniami nierównościowymi: funkcja kary zewnętrznej, funkcje barierowe. Optymalizacja wielokryterialna.

Projekt:

Sformułowanie zadania optymalizacji bezwarunkowej wybranego obiektu - dobór zmiennych decyzyjnych i kompromisowej funkcji celu oraz ich normalizacja. Opracowanie algorytmu i programu optymalizacji wybraną metodą bezgradientową. Zadanie optymalizacji z ograniczeniami - zdefiniowanie nieliniowych funkcji ograniczeń. Opracowanie algorytmu i programu do rozwiązywania zadania optymalnego projektowania urządzenia elektromagnetycznego z ograniczeniami uwzględnionymi metodą funkcji kary zewnętrznej w połączeniu z metodą gradientową optymalizacji bezwarunkowej. Rozwiązanie testowego zadania metodą roju cząstek lub metodą szarych wilków.

## Metody dydaktyczne

Wykład:

- wykład z prezentacją multimedialną uzupełniany przykładami podawanymi na tablicy,
- wykład prowadzony w sposób interaktywny z formułowaniem pytań do grupy studentów i uwzględnienie aktywności studentów w czasie zajęć przy wystawianiu oceny końcowej,
- dyskusja różnych aspektów rozwiązywanych problemów, w tym: ekonomicznych, ekologicznych, prawnych, społecznych.

Projekt:

- analiza różnych metod rozwiązania problemu,
- opracowanie i wdrożenie efektywnego programu komputerowego do optymalizacji wybranego obiektu technicznego,
- pokazy multimedialne.

## Literatura

Podstawowa:

1. Podstawy optymalizacji, A. Stachurski, A. Wierzbicki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001
2. Optymalizacja, Wybrane metody z przykładami zastosowań, J. Kusiak, A. Danielewska-Tulecka, P. Oprocha, PWN, Warszawa 2009
3. Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji, Findeisen W., Szymanowski J., Wierzbicki A., Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1977
4. Algorytmy genetyczne i ich zastosowania, D.E. Goldberg, WNTWarszawa, 1998
5. Optymalizacja i polioptymalizacja w mechatronice. Wojciech Tarnowski, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2009

Uzupełniająca:

1. Global optimization, Torn A., Zilinskas A., Springer Verlag, Berlin, 1987
2. Wykłady z Modelowania Matematycznego, Wybrane algorytmy optymalizacji, Algorytmy genetyczne, Algorytmy mrówkowe R. Grzymkowski, K. Kaczmarek, St. Kiełtyka, I. Nowak, Pracownia Komputerowa Jacka Skalmierskiego Gliwice 2008 .
3. Genetic algorithms in search, optimization and machine learning, Goldberg E.D., Addison Wesley Publishing Company, Inc., 1989
4. Multiobjective shape design in electricity and magnetism, Paolo Di Barba, Lecture notes in electrical Engineering, Springer, 2017.
5. Optimization of the rotor geometry of line-start permanent magnet synchronous motor by the use of particle swarm algorithm, Knypiński Ł., Nowak L., Jędrzycka C., COMPEL - The International Journal For Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, Vol. 34, No. 3, pp. 882-892, 2015.
6. Zastosowanie algorytmu szarych wilków do rozwiązywania zadań optymalizacji urządzeń elektromagnetycznych, Ł. Knypiński, L. Nowak, Poznań University Academic Journals. Electrical Engineering, no. 100, s. 133 – 144, 2019.
7. Oprogramowanie do wyznaczania kształtu impulsu napięciowego zasilającego silnik BLDC wykorzystujące metodę poszukiwania kukułczego, Ł. Knypiński, S. Kuroczycki, M. Kurzawa, Poznań University Academic Journals. Electrical Engineering, no. 106, s. 17 – 21, 2021.

8. Optimal design of the rotor geometry of line-start permanent magnet synchronous motor using the bat algorithm, Ł. Knypiński, Open Physics, vol. 15, no.1, pp. 965 – 970, 2017.

9. Minimization of Torque Ripple in the Brushless DC Motor Using Constrained Cuckoo Search Algorithm, Ł. Knypiński, S. Kuroczycki, F. P. G. Marquez, Electronics, vol. 10, no. 18, s. 2299-1-2299-20, 2021.

#### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 50     | 2,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 20     | 1,00 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 30     | 1,00 |