**Nazwa przedmiotu:**

Nieliniowa analiza sygnałów

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. Jan J. Żebrowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Fizyka Techniczna

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Obowiązuje wiedza w zakresie przedmiotów matematycznych w programie Wydziału Fizyki na roku I i II, przedmiotu Fizyka statystyczna i termodynamika oraz Dynamika układów nieliniowych.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Wykład jest poświęcony nowym metodom analizy sygnałów, jakie pojawiły się w ostatnim 10-15 latach. O ile standardowa analiza sygnałów, rozwinięta głównie dla celów telekomunikacji i analizy obrazów, opiera się nadal w głównej mierze na analizie harmonicznych (analiza Fouriera i analiza falkowa), obecnie powstają nowe nie związane z nią metody. Dzieje się tak przede wszystkim dlatego, że w wielu dziedzinach zarówno fizyki, techniki (telekomunikacja, mechanika pojazdów, mechanika budowli, chemia procesowa, hydrodynamika, geologia i in.), ekonomii oraz w niektórych dziedzinach nauk społecznych coraz częściej bada się procesy nieliniowe, w tym szczególnie nieregularne w czasie, a więc nieokresowe. Często zachodzi potrzeba analizowania zjawisk niestacjonarnych.

**Treści kształcenia:**

1. Nieliniowa analiza sygnałów w dziedzinie czas-częstotliwość: Algorytm empirycznej dekompozycji modów EMD
2. Analiza korelacji długoczasowych: beztrendowa analiza fluktuacji DFA
3. Badanie widma osobliwości sygnału (za pomocą transformaty falkowej, za pośrednictwem algorytmu beztrendowej analizy fluktuacji)
4. Rekonstrukcja trajektorii fazowej na podstawie szeregu czasowego
- Twierdzenie Takensa: wyznaczanie wymiaru zanurzenia i czasu opóźnienia (entropia wzajemna)
- Inne metody zanurzenia czyli „embedologia” stosowana
5. Algorytmy analizy fraktalnej i wyznaczania entropii trajektorii fazowej
6. Dane zastępcze (surrogate data), ich rodzaje i zastosowanie
7. Analiza rekurencji i jej zastosowania (metody badania zjawisk rekurencji, ilościowa analiza rekurencji, intermitencja w obrazie rekurencji, wpływ szumu pomiarowego na wyniki metody)
8. Metody wielu zmiennych
- Entropia wzajemna w analizie sygnałów
- Rekurencja wzajemna (badanie rekurencji dwóch sygnałów),
- Metody wykrywania synchronizacji
9. Analiza procesów punktowych

**Metody oceny:**

Przedmiot jest przedmiotem zaliczeniowym. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest otrzymanie co najmniej połowy sumy punktów z kolokwiów jakie odbędą się w trakcie semestru. W trakcie semestru odbędą się 2 kolokwia: jedno w połowie semestru a drugie pod jego koniec. Terminy kolokwiów ustala prowadzący na 2 tygodnie wcześniej. Jeśli zachodzi taka potrzeba prowadzący przeprowadza kolokwium poprawkowe na końcu semestru. Udział w kolokwiach jest obowiązkowy. Nieobecność na kolokwium może być potraktowana jako usprawiedliwiona na podstawie zwolnienia lekarskiego lub w innych szczególnie istotnych okolicznościach losowych.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Rainer Hegger, Holger Kantz, “Practical implementation of nonlinear time series methods”: The TISEAN package manual, www.mpipks-dresden.mpg.de/~tisean oraz CHAOS 9, 413-435 (1999)
H. Kantz, T. Schreiber, “Nonlinear time series analysis”, Cambridge University Press, 2003
Henry D.I. Abarbanel, M.E. Gilpin, M. Rotenberg, “Analysis of observed chaotic data, Springer”, Berlin 1997
PhysioNet Tutorials dostępne pod adresem: http://www.physionet.org/tutorials/

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt NAS\_W01:**

Zna podstawy matematyczne nieliniowej analizy sygnałów.

Weryfikacja:

Uczestnictwo w wykładzie
Zaliczenie pisemne.

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W02, T2A\_W01, T2A\_W02

**Efekt NAS\_W02:**

Ma podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę z zakresu nieliniowej analizy sygnałów i ich zastosowań w fizyce i naukach pokrewnych.

Weryfikacja:

Uczestnictwo w wykładzie
Zaliczenie pisemne

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W03

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W03, X2A\_W04, X2A\_W05, T2A\_W03, T2A\_W04, InzA\_W02, InzA\_W05

**Efekt NAS\_W03:**

Ma świadomość współczesnych kierunków badań z wykorzystaniem nieliniowej analizy sygnałów.

Weryfikacja:

Uczestnictwo w wykładzie
Zaliczenie pisemne.

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W04

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W06, T2A\_W05, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt NAS\_U01:**

Potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich, w tym nietypowych, z wykorzystaniem metod nieliniowej analizy sygnałów.

Weryfikacja:

Uczestnictwo w wykładzie
Zaliczenie pisemne

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_U01, X2A\_U02, T2A\_U17, InzA\_U06

**Efekt NAS\_U02:**

Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych metody analityczne i symulacyjne z zakresu nieliniowej analizy sygnałów.

Weryfikacja:

Uczestnictwo w wykładzie
Zaliczenie pisemne.

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_U06

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_U02, X2A\_U04, T2A\_U09

**Efekt NAS\_U03:**

Potrafi planować i przeprowadzać symulacje komputerowe z zakresu nieliniowej analizy sygnałów, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.

Weryfikacja:

Uczestnictwo w wykładzie Zaliczenie pisemne.

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_U08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt NAS\_K01:**

Potrafi współdziałać i pracować w grupie.

Weryfikacja:

Uczestnictwo w wykładzie

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_K02, T2A\_K03

**Efekt NAS\_K02:**

Rozumie społeczne aspekty stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności.

Weryfikacja:

Uczestnictwo w wykładzie

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_K01

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_K07, T2A\_K06