**Nazwa przedmiotu:**

Wybrane zagadnienia matematyki i algorytmiki

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Aleksander Brzeziński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Geodezja i Kartografia

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

GK.SMK

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 50, w tym:
a) obecność na wykładzie: 15 godzin
b) obecność na ćwiczeniach: 30 godzin
c) konsultacje: 5 godziny
2) Praca własna studenta - 50 godzin, w tym:
a) rozwiązywanie zadań domowych - 23 godzin
b) utrwalenie teorii (praca z literaturą, materiałami z wykładu) - 15 godzin
c) przygotowanie do sprawdzianów - 12 godzin
razem: 100 godzin - 4 punkty ECTS

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

2 punkty ECTS - liczba godzin kontaktowych - 50, w tym:
obecność na wykładzie: 15 godzin
obecność na ćwiczeniach: 30 godzin
konsultacje: 5 godziny

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2.8 punktu ECTS - 70 godzin, w tym:
aktywny udział w ćwiczeniach: 30 godzin
konsultacje: 5 godziny
rozwiązywanie zadań domowych: 23 godzin
przygotowanie do sprawdzianów: 12 godzin

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 30h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Zakłada się, że słuchacze dysponują podstawową wiedzą z matematyki, fizyki i geodezji.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z wybranymi metodami analizy i interpretacji sygnałów losowych. Omawiane są podstawy matematyczne i algorytmy analizy danych empirycznych, zarówno w dziedzinie czasu, jak i dziedzinie częstotliwości.

**Treści kształcenia:**

Wykłady:
Podstawowe informacje na temat sygnałów losowych
klasyfikacja sygnałów, pojęcia stacjonarności i ergodyczności;
charakterystyki sygnałów losowych: wartość średnia i wariancja, gęstość prawdopodobieństwa, funkcja autokorelacji, widmowa gęstość mocy;
łączne charakterystyki sygnałów losowych: łączna gęstość prawdopodobieństwa, funkcja korelacji wzajemnej, wzajemna gęstość widmowa.
Klasyczne metody analizy sygnałów losowych: zastosowanie transformaty Fouriera
ogólne informacje na temat transformaty Fouriera;
omówienie metod liczenia transformaty Fouriera: klasyczny algorytm zakładający stały interwał próbkowania, szybka transformata FFT, transformata z wykorzystaniem metody najmniejszych kwadratów;
wykorzystanie transformaty Fouriera do wyznaczania charakterystyk empirycznych sygnałów losowych.
Parametryczne metody analizy sygnałów losowych: model autoregresji AR
omówienie podstaw teorii dyskretnych modeli AR;
główne charakterystyki procesu AR: wariancja, funkcja autokorelacji, gęstość widmowa;
rozkład operatora autoregresji na czynniki liniowe i jego wykorzystanie do badania własności procesu;
zastosowanie modelu AR do analizy danych empirycznych: wyznaczanie parametrów modelu i odpowiadającego widma metodą największej entropii MEM (maximum entropy method), wyznaczanie wzajemnej gęstości widmowej z wykorzystaniem algorytmu MEM.
Badanie empirycznych sygnałów losowych w dziedzinie czasu z wykorzystaniem filtru Kalmana
teoretyczne wprowadzenie na temat liniowych układów dynamicznych, badania ich rozwiązań i warunków stabilności;
transformacja równań układów dynamicznych do postaci umożliwiającej analizę dyskretnych ciągów obserwacyjnych, liniowy model pomiarów i określenie warunków obserwowalności;
opis procedury filtracji metodą Kalmana, wyznaczanie macierzy wagowej Kalmana;
przykłady zastosowań filtru Kalmana w praktyce: estymacja wektora stanu w czasie rzeczywistym, wygładzanie i prognozowanie ciągów obserwacyjnych, rozwiązywanie zagadnienia odwrotnego.

**Metody oceny:**

Zaliczenie ćwiczeń: obowiązek uczestniczenia w zajęciach; dopuszczalne są nieusprawiedliwione nieobecności na 4 godz. ćwiczeń; podstawą zaliczenia jest aktywny udział w zajęciach oraz rozwiazywanie zadań domowych.
Zaliczenie ćwiczeń:sprawdziany w 7 i 14 tygodniu zajęć.
Zaliczenie wykładu: egzamin w trakcie sesji.
Ocena końcowa: średnia ważona ocen z ćwiczeń i egzaminu (wagi odpowiednio 0.55 i 0.45)

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Bendat J. S., and A. G. Piersol (2010). Random Data Analysis and Measurement Procedures, Fourth Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
Beutler G. (2005). Methods of Celestial Mechanics, 2 volumes with CD-ROM, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
Box G. E. P. and G. M. Jenkins (1983). Analiza szeregów czasowych, PWN, Warszawa.
Brown G. R., and P. Y. C. Hwang (2012). Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering with MATLAB exercises, 4th ed., John Wiley & Sons, Inc.
Gelb A., (ed.) (2001). Applied Optimal Estimation, Sixteenth printing, The M.I.T. Press, Cambridge, Mass.
Marple S. L., Jr. (1987). Digital Spectral Analysis with Applications, Prentice-Hall, Englewood, Cliffs., New Jersey.
Press W. H., S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling and B. P. Flannery (1992). Numerical Recipes in Fortran, The Art of Scientific Computing, Second Edition, Cambridge University Press.
Publikacje prowadzącego wykład w zakresie tematyki wykładu:
Brzeziński A., 1992, Polar motion excitation by variations of the effective angular momentum function: considerations concerning deconvolution problem, manuscripta geodaetica, 17, pp. 3–20.
Brzeziński A., 1994, Algorithms for estimating maximum entropy coefficients of the complex-valued time series, Allgemeine Vermessungs–Nachrichten, No. 3, pp. 101–112.
Brzeziński A., 1995, On the interpretation of maximum entropy power spectrum and cross-power spectrum in earth rotation investigations, manuscripta geodaetica, Vol. 20, pp. 248–264..

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt K\_W01:**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W01

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

**Efekt K\_W03:**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

**Efekt K\_W04:**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W04

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W08

**Efekt K\_W05:**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W10, T2A\_W08, T2A\_W09

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt K\_U01:**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01

**Efekt K\_U03:**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U04

**Efekt K\_U05:**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U10, T2A\_U11

**Efekt K\_U09:**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U10

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt :**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**