**Nazwa przedmiotu:**

Zaawansowane metody opracowania obserwacji

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. Aleksander Brzeziński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Geodezja i Kartografia

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

GK.NMK108

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 28, w tym:
a) obecność na wykładzie: 8 godzin
b) uczestnictwo w ćwiczeniach: 16 godzin
c) konsultacje: 2 godziny
d) egzamin: 2 godziny
2) Praca własna studenta - 47 godzin, w tym:
a) rozwiązywanie zadań domowych: 14 godzin
b) utrwalenie teorii (praca z literaturą, materiałami z wykładu): 18 godzin
c) przygotowanie do egzaminu: 15 godzin
razem: 75 godzin - 3 punkty ECTS

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

1,1 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 28, w tym:
obecność na wykładzie: 8 godzin
uczestnictwo w ćwiczeniach: 16 godzin
konsultacje: 2 godziny

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS - 50 godzin, w tym:
obecność na ćwiczeniach: 16 godzin
rozwiązywanie zadań domowych: 14 godzin
utrwalenie teorii (praca z literaturą, materiałami z wykładu): 20 godzin

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

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

**Wymagania wstępne:**

matematyka ma poziomie matury

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Wykład składa się z dwóch równolegle realizowanych części. Pierwsza z nich polega na przypomnieniu i uporządkowaniu grupy podstawowych zagadnień z zakresu rachunku wyrównawczego. Druga część obejmuje szereg zaawansowanych metod opracowywania obserwacji, które są przygotowywane przez grupy studentów na podstawie dostarczonej literatury i przedstawiane podczas zajęć w postaci referatów.

**Treści kształcenia:**

Wykaz zagadnień
1. Przypomnienie wybranych elementów rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej – zmienne losowe skokowe i ciągłe, parametry opisowe zmiennych losowych, opis wybranych rozkładów (zero-jedynkowy, dwumianowy, jednostajny, normalny, chi-kwadrat, Studenta) oraz sposobu korzystania z tablic rozkładów, parametry rozkładów wielowymiarowych – momenty, macierz kowariancji, współczynniki korelacji.
2. Elementy wnioskowania statystycznego w rachunku wyrównawczym
2.1. omówienie podstaw estymacji nieparametrycznej i parametrycznej z podziałem na estymację punktową i przedziałową, własności estymatorów – nieobciążoność, asymptotyczna nieobciążoność, zgodność, efektywność;
2.2. omówienie kryteriów estymacji stosowanych w rachunku wyrównawczym ze szczególnym uwzględnieniem metody najmniejszych kwadratów (MNK);
2.3. estymacja punktowa wspólnej wartości oczekiwanej: elementarny model funkcjonalny, model statystyczny, kryterium estymacji MNK i rozwiązanie;
2.4. estymacja MNK wektora wartości oczekiwanych z zastosowaniem modelu liniowego i parametrów pośredniczących i estymacja punktowa współczynnika wariancji;
2.5. estymacja przedziałowa wspólnej wartości oczekiwanej przy znanym bądź nieznanym odchyleniu standardowym obserwacji, estymacja przedziałowa współczynnika wariancji – przedział jednostronny bądź dwustronny.
3. Zasady propagacji wektora wartości oczekiwanych oraz macierzy kowariancji, kofaktorów i wag.
4. Wybrane zagadnienia z zakresu opracowywania i interpretacji obserwacji przygotowywane przez grupy 2-3 - osobowe studentów w formie referatów
4.1. sygnały losowe i ich charakterystyki, w dziedzinie czasu (wariancja, kowariancja, korelacja, funkcja autokorelacji, wzajemnej korelacji) oraz w dziedzinie częstotliwości (funkcja gęstości widmowej, wzajemnej gęstości widmowej);
4.2. rozwinięcie czasowego ciągu obserwacyjnego względem skończonego zbioru funkcji bazowych z wykorzystaniem metody najmniejszych kwadratów, ze szczegółowym omówieniem modelu wielomianowo-sinusoidalnego;
4.3. klasyczna analiza Fouriera obserwacyjnych ciągów czasowych, omówienie algorytmu liczenia widma z wykorzystaniem metody najmniejszych kwadratów.
4.4. omówienie metody kollokacji (least-squares collocation method) jako uogólnienie klasycznej metody najmniejszych kwadratów, na przykładzie zastosowania do wyznaczania pola grawitacyjnego z obserwacji sztucznych satelitów Ziemi;
4.5. cele i wybrane metody wygładzania ciągów obserwacyjnych – metoda średniej ruchomej, metoda średniej ruchomej z oknem wagowym Gaussa;
4.6. omówienie celów, zasad i wybranych metod całkowania numerycznego.

**Metody oceny:**

Zaliczenie wykładu: egzamin pisemny
Zaliczenie ćwiczeń: obowiązek uczestniczenia w zajęciach - dopuszczalna jest jedna nieusprawiedliwiona nieobecność; podstawą zaliczenia jest aktywny udział w zajęciach, dodatkowe punkty otrzymuje się za udział w przygotowaniu referatu.
Ocena końcowa: średnia ocen z ćwiczeń i egzaminu.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Wiśniewski Z. (2005). Rachunek wyrównawczy w geodezji (z przykładami), Wydawnictwa Uniwersytetu Warminsko-Mazurskiego w Olsztynie.
Bronsztejn I. N., K. A, Siemiendiajew, G. Musiol and H. Mühlig (2009). Nowoczesne kompendium matematyki, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
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.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt GK.NMK108\_W1:**

Ma teoretyczną i praktyczną wiedzę z zakresu rachunku wyrównawczego, włączając metody estymacji przedziałowej oraz bardziej zaawansowane metody.

Weryfikacja:

udział w ćwiczeniach, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W01, K\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W01, T2A\_W03

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt GK.NMK108\_U1:**

Umie rozwiązywać zadania z zakresu rachunku wyrównawczego, włączając metody estymacji przedziałowej. Ma także praktyczną wiedzę na temat bardziej zaawansowanych metod. Potrafi poszerzać swoją wiedzę z zakresu zaawansowanych metod rachunku wyrównawczego z użyciem fachowej literatury.

Weryfikacja:

udział w ćwiczeniach, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U03, K\_U05, K\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01, T2A\_U04, T2A\_U10, T2A\_U11, T2A\_U09, T2A\_U10