**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy polowych pomiarów optycznych

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Leszek Sałbut

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Wariantowe

**Kod przedmiotu:**

PPPO

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin bezpośrednich 33, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 3h;
2) Praca własna studenta 33, w tym:
a) przygotowanie do egzaminu - 8h;
b) przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych - 6h;
c) opracowanie sprawozdań z ćwiczeń - 12h;
d) studia literaturowe - 7h;

Suma: 66 h (2 ECTS)

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

1 punkt ECTS - liczba godzin bezpośrednich: 33, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 3h;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1) Liczba godzin bezpośrednich 33, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 3h;
2) Praca własna studenta 33, w tym:
a) przygotowanie do egzaminu - 8h;
b) przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych - 6h;
c) opracowanie sprawozdań z ćwiczeń - 12h;
d) studia literaturowe - 7h;

Suma: 66 h (2 ECTS)

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

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

**Wymagania wstępne:**

Kurs inżynierski matematyki i fizyki. Podstawy optyki instrumentalnej. Podstawy optyki falowej.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Znajomość podstaw teoretycznych polowych metod pomiarów optycznych
z wykorzystaniem koherentnych i niekoherentnych źródeł promieniowania. Umiejętność zastosowania wybranych metod optycznych w praktyce laboratoryjnej i przemysłowej.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Wstęp: Opis teoretyczny optycznych polowych (z jednoczesnym pomiarem w całym polu widzenia) metod pomiaru: metody z oświetleniem koherentnym, częściowo koherentnym i niekoherentnym. Warunki pomiarów obiektów statycznych i zmiennych w czasie. Kodowanie informacji fazowej i amplitudowej w interferogramach, hologramach, obrazach prążkowych i plamkowych. Wektor czułości i skalowanie w pomiarach optycznych.
Podstawy automatycznych metod analizy obrazów prążkowych: Metody dyskretnej zmiany fazy i metoda transformacji Fouriera.
Dwuwiązkowa interferometria klasyczna: Interferometry z wydzieloną i współbieżną wiązką odniesienia oraz z rozdwojeniem czoła fali. Przykładowe zastosowania: pomiar odchyłek kształtu powierzchni, długości, aberracji układów optycznych oraz niejednorodności materiałów optycznych.
Interferometria siatkowa: Podstawy teoretyczne interferometrii siatkowej ze sprzężonymi wiązkami dyfrakcyjnymi. Budowa i analiza właściwości głowic interferometrycznych. Falowodowe mikrointerferometry siatkowe. Przykłady zastosowań.
Interferometria plamkowa: Zjawisko plamkowania i generowanie prążków korelacyjnych. Podstawowe układy elektronicznych/cyfrowych interferometrów plamkowych. Pomiar przemieszczeń z płaszczyzny i w płaszczyźnie. Interferometria plamkowa z przesuniętą repliką obrazu plamkowego. Przykłady zastosowań.
Interferometria holograficzna: Kodowanie i rekonstrukcja zespolonego frontu falowego. Podstawy teoretyczne holograficznej interferometrii optycznej i cyfrowej. Pomiar wektora przemieszczeń. Warstwicowanie holograficzne. Systemy monitorowania w czasie rzeczywistym. Kamery holograficzne.
Cyfrowa korelacja obrazu: Podstawy fizyczne i matematyczne metody cyfrowej korelacji obrazu. Konfiguracje systemów pomiarowych i zastosowania do pomiarów 2D i 3D.
Metody rastrowe: Podstawy teoretyczne metod rastrowych i prążków mory. Metoda mory geometrycznej, projekcyjnej, cieniowej i odbiciowej. Przykłady zastosowań.

Laboratorium:
- Podstawowe elementy urządzeń pomiarowych
- Automatyczna analiza obrazów prążkowych I
- Interferometr Fizeau do pomiaru niepłaskości powierzchni
- Interferometria siatkowa do pomiaru przemieszczeń/odkształceń w płaszczyźnie
- Cyfrowa interferometria holograficzna do pomiaru przemieszczeń pozapłaszczyznowych
- Metoda 2D cyfrowej korelacji obrazu do pomiaru przemieszczeń

**Metody oceny:**

Ocena wg algorytmu: 0.7E + 0.3L (E – ocena z egzaminu, L – ocena z laboratorium)

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

 K. Patorski, M. Kujawińska, L. Sałbut, Interferometria laserowa z automatyczną analizą obrazu, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2005

**Witryna www przedmiotu:**

 -

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka PPPO\_2st\_W01:**

Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie metod polowych pomiarów optycznych

Weryfikacja:

Egzamin z materiału omawianego na wykładzie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W07, K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o

**Charakterystyka PPPO\_2st\_W02:**

Ma rozszerzoną wiedzę na temat eksploatacji optomechatronicznych systemów pomiarowych

Weryfikacja:

Egzamin z materiału omawianego na wykładzie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka PPPO\_2st\_U01:**

Potrafi przeprowadzić badania doświadczalne oraz zinterpretować ich wyniki

Weryfikacja:

Zaliczenie laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U04, K\_U05, K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK, I.P7S\_UU, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka PPPO\_2st\_U02:**

Potrafi przeprowadzić analizę wyników pozyskanych polowymi metodami optycznymi

Weryfikacja:

Zaliczenie laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka PPPO2st\_K01:**

Rozumie potrzebę ciągłego samorozwoju w obszarze optycznych metod pomiaru oraz doszkalania się w zakresie ciągle rozwijających się narzędzi informatycznych

Weryfikacja:

Zaliczenie laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK