

**Opis poszczególnych przedmiotów  
(Sylabus)  
Fizyka techniczna studia pierwszego stopnia**

**Nazwa Przedmiotu: Statystyczne metody opracowywania pomiarów**

**Kod przedmiotu:**

**Typ przedmiotu: obowiązkowy**

**Poziom przedmiotu:**

**rok studiów, semestr: pierwszy, semestr I**

**Liczba punktów ECTS: 3**

**Metody nauczania: 15 godz. wykład, 15 godz. laboratorium**

**Język wykładowy: polski**

**Imię i nazwisko wykładowcy: dr Tomasz Zamorski**

**Wymagania wstępne:**

**Cele przedmiotu (efekty kształcenia i kompetencji):**

1. Kształcenie umiejętności opracowywania pomiarów fizycznych ze szczególnym uwzględnieniem:
  - obliczania niepewności pomiarowych i zaokrąglania wyników pomiaru
  - sporządzania wykresów
2. Kształcenie umiejętności planowania pomiarów.

LP.	Treści merytoryczne przedmiotu	LICZBA GODZIN
	<b>WYKŁADY</b>	
1	Wielkości fizyczne i ich jednostki. Układ SI.	1
2	Pomiar fizyczny. Błąd pomiaru. Źródła błędów (niepewności) pomiarowych. Podział błędów pomiarowych. Charakterystyka przyrządów pomiarowych. Dokładność odczytu. Klasa dokładności przyrządu.	2
3	Bezwzględny i względny błąd maksymalny. Błąd maksymalny wielkości złożonej- przykłady. Zaokrąglanie wyników pomiaru. Reguły zaokrąglania. Kryterium zgodności wyników pomiaru.	3
	Prawdopodobieństwo i gęstość prawdopodobieństwa błędów przypadkowych. Funkcja Gaussa. Odchylenie standardowe. Wartość średnia pomiarów o jednakowej dokładności. Średni błąd kwadratowy pojedynczego pomiaru w serii i średni błąd kwadratowy wartości średniej. Średni błąd kwadratowy wielkości złożonej. Metoda Studenta określania błędów małej serii pomiarów. Średnia ważona.	4

4	Planowanie pomiarów – przykłady.	1
5	Graficzne metody przedstawiania wyników pomiarów: wykonanie wykresu, dobieranie skali i nanoszenie punktów pomiarowych. Prostokąt błędu. Odczytywanie wartości z wykresu i określanie nachylenia krzywej.	1
6	Zastosowanie metody wyrównawczej Gaussa do analizy wyników pomiarów wielkości liniowo zależnych. Transformacje linearyzujące na przykładzie funkcji wykładniczej.	3
	<b>Razem</b>	<b>15</b>
<b>ĆWICZENIA</b>		
1	<p>Problematyka:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pomiar bezpośredni i pośredni</li> <li>- błąd pomiaru. Podział błędów ze względu na ich źródła, wpływ na wynik pomiaru i sposób zapisu</li> <li>- charakterystyka przyrządów pomiarowych. Dokładność odczytu. Klasa dokładności przyrządu</li> </ul> <p>Ćwiczenia praktyczne:</p> <p>1. Wykonanie przykładowego pomiaru wielkości prostej, gdy błąd systematyczny jest</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) duży</li> <li>b) mały</li> </ul> <p>w porównaniu z błędem przypadkowym. (np. pomiar rozmiarów odpowiednio dobranej bryły za pomocą linijki, suwmiarki i śruby mikrometrycznej).</p> <p>2. Porównywanie wskazań mierników elektrycznych o różnej klasie dokładności.</p>	2
2	<p>Problematyka:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reprezentacje cyfrowe liczb. Cyfry znaczące.</li> <li>- reguły zaokrąglania.</li> <li>- zaokrąglanie i podawanie wyników pomiaru w postaci przedziału na wartość rzeczywistą mierzonej wielkości. Kryterium zgodności wyników pomiarów.</li> </ul> <p>Ćwiczenia praktyczne:</p> <p>Wykonanie kilkunastu dobrze przemyślanych przykładów liczbowych.</p>	1
3	<p>Problematyka: obliczanie błędów maksymalnych wielkości złożonych</p> <p>Ćwiczenia praktyczne-przykłady:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego z obserwacji wahań wahadła matematycznego</li> <li>- wyznaczanie gęstości ciał o kształtach regularnych</li> <li>- wyznaczanie równoważnika elektrochemicznego miedzi</li> <li>- wyznaczanie gęstości cieczy metodą naczyń połączonych</li> </ul>	2
4	<p>Problematyka: graficzne metody przedstawiania wyników pomiaru:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) wykonanie wykresu. Dobór skali i nanoszenie punktów pomiarowych. Prostokąt błędu.</li> <li>b) odczytywanie wartości z wykresu i określanie nachylenia krzywej.</li> </ul> <p>Ćwiczenia praktyczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wykonanie doświadczenia pokazowego np. „Badanie wydłużenia drutu metalowego pod wpływem ogrzewania”. Każdy student wykonuje wykres <math>\frac{\Delta l}{l_0} = f(\Delta t)</math> opracowując wyniki według punktów a) i b).</li> </ul>	2

5	<p>Problematyka: Średnia arytmetyczna i średnia ważona. Poziom ufności przedziału na wartość rzeczywistą. Współczynniki Studenta – Fishera. Minimalna liczba wyników pomiarów w próbie. Odchylenie standardowe wielkości złożonej.</p> <p>Ćwiczenia praktyczne: -dokonywanie estymacji przedziałowej na podstawie podanych gotowych serii pomiarowych -określanie odchylenia standardowego wielkości złożonej np. na przykładzie ćwiczenia „Wyznaczanie gęstości ciał o kształtach regularnych”.</p>	2
6	<p>Problematyka: regresja liniowa</p> <p>Ćwiczenia praktyczne: -doświadczenie pokazowe „Badanie zależności oporu przewodników od temperatury”.</p>	2
7	<p>Problematyka: estymacja zależności nieliniowych – transformacje linearyzujące na przykładzie funkcji wykładniczej.</p> <p>Przykłady ćwiczeń praktycznych: - ładowanie i rozładowanie kondensatora - wyznaczanie współczynnika lepkości cieczy metodą wypływu</p>	2
8	<p>Problematyka: wykorzystanie arkusza Microsoft EXCEL w opracowywaniu danych doświadczalnych.</p>	2
	<b>Razem</b>	<b>15</b>
	<p>Uwaga: prowadzący ćwiczenia może zmieniać kolejność tematyki zajęć. Może też wybierać inne ćwiczenia praktyczne niż tu podane po uzgodnieniu z pracownikiem technicznym I pracowni, który przygotowuje bazę laboratoryjną ćwiczeń.</p>	

### Metody oceny:

**Ćwiczenia:** z ćwiczeń nr 1, 3, 4, 5, 6 należy złożyć pisemne opracowania, które podlegają ocenie. Opracowania można poprawiać dwa razy. Warunkiem zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie pozytywnej oceny z wszystkich opracowań.

**Wykład:** zaliczenie wykładu otrzymują osoby, które zaliczyły ćwiczenia

### Spis zalecanych lektur:

S. Brandt, metody statystyczne i obliczeniowe analizy danych, PWN , Warszawa 1974

H. Hänsel, Podstawy rachunku błędów, WNT, Warszawa 1968

I. W. Linnik, metoda najmniejszych kwadratów, PWN, Warszawa 1962

A. Puch, Metody statystyczne analizy procesów fizycznych, Wydawnictwo WSP Rzeszów, 1983

R. Respondowski, Opracowywanie wyników pomiarów fizycznych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999

A. Strzałkowski, A. Śliżyński, Matematyczne metody opracowania wyników pomiarów, PWN, Warszawa 1981

H. Szydłowski, Teoria pomiarów, PWN, Warszawa 1981

H. Szydłowski, Pracownia fizyczna, PWN, Warszawa 1997

/podpis prowadzącego/

/podpis Kierownika Zakładu/