**Nazwa przedmiotu:**

Metrologia

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Michał Nowicki

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Biomedyczna

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ME

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1) Liczba godzin bezpośrednich –62 godz.:
• wykład - 30 godz.
• laboratoria - 30 godz.
• konsultacje - 2 godz.
2) Praca własna studenta – 60 godz., w tym:
• przygotowanie do wykładów: 15 godz.
• przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych (przejrzenie slajdów, notatek i podręcznika: 25godz.
• przygotowanie do kolokwiów (rozwiązanie odpowiedniej liczby zadań): 20 godz.
Razem 122 godz. - 5 punktów ECTS

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

2,5 punktu ECTS – 62godz. ,
w tym:
• wykład - 30 godz.
• laboratoria - 30 godz.
• konsultacje - 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

3 punkty ECTS – 75 godz. ,
w tym:
• laboratoria - 30 godz.
• przygotowanie do kolokwiów (rozwiązanie odpowiedniej liczby zadań): 20 godz.
• przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych: 25 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Brak

**Limit liczby studentów:**

100

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do pracy laboratoryjnej oraz wprowadzenie w technikę eksperymentu. W programie znajdują się więc podstawowy teoretyczne metrologii, oraz zasady działania i obsługi podstawowych przyrządów spotykanych w pracy laboratoryjnej. Uzyskane umiejętności pozwolą studentom na łatwiejsze przyswojenie wiedzy związanej ze specjalnością Inżynieria Biomedyczna, opartej w dużym stopniu na pomiarach, w tym wielkości nieelektrycznych. Na zajęciach laboratoryjnych studenci poznają w praktyce zasady stosowania aparatury opisanej na wykładzie, oraz wdrażają się do zasad prawidłowej obróbki i dokumentacji pomiarów.

**Treści kształcenia:**

Wykład podzielony jest na dwa główne bloki: dwanaście godzin wprowadzenia teoretycznego do metrologii, z zagadnieniami podstaw elektrotechniki i systemów pomiarowych, oraz osiemnaście godzin poświęconych bardziej szczegółowo typowej aparaturze i metodom pomiarowym wielkości elektrycznych i podstawowych nieelektrycznych.
 Treść wykładu:
Pojęcia podstawowe - Pomiar i obserwacja (definicja pomiaru). Wielkość metrologiczna, wartość, jednostka miary, skala pomiarowa, metoda pomiaru. Pomiary bezpośrednie i pośrednie. Zasady dokumentacji pomiarów. (2h)
Pojęcie niepewności pomiarowej. Wyznaczanie niepewności typu A i B, podstawy budżetu niepewności (2h)
Błędy systematyczne i grube, oraz ich kompensacja (2h)
Podstawy elektrotechniki - obwody prądu stałego (2h)
Charakterystyki sygnałów pomiarowych, sygnały analogowe (2h)
Przetwarzanie analogowo-cyfrowe. Sygnały cyfrowe, typowe protokoły komunikacji(2h)
Źródła sygnałów - zasilacze i generatory. Wzorce (2h)
Przyrządy pomiarowe – woltomierze, amperomierze, multimetry, częstościomierze (2h)
Oscyloskop elektroniczny. Rejestratory sygnałów, karty akwizycji danych. (2h)
Pomiary i metody pomiarowe - Pomiary napięć i prądów stałych. Metody pomiaru rezystancji (2h)
Pomiary napięć zmiennych. Pomiary impedancji (2h)
Pomiary częstotliwości, czasu i przesunięcia fazowego (2h)
Pomiary temperatury. Międzynarodowa Skala Temperatur, wzorce. Termometry rezystancyjne i termoelektryczne (2h)
Pomiary masy. Pomiary ciśnienia, manometry i wakuometry, konstrukcja i zasada działania, wzorce ciśnienia (2h)
Pomiary przepływu (2h)

Laboratorium podzielone jest na dwa bloki: w pierwszym studenci zapoznają się z zasadami pomiaru wielkości elektrycznych, w drugim studenci poznają podstawy metrologii takie jak źródła i kompensacja błędów systematycznych, wyznaczanie niepewności pomiaru itp., na przykładzie podstawowych pomiarów wielkości nieelektrycznych, takich jak pomiar masy.

 Zakres ćwiczeń laboratoryjnych:
Pomiary napięcia stałego i zmiennego. Wpływ rezystancji wejściowej woltomierza na wynik pomiaru (3h)
Pomiary prądu i mocy. Dopasowanie energetyczne (3h)
Pomiary rezystancji. Omomierze, mostek Wheatstone’a. Kod barwny rezystorów (3h)
Pomiary parametrów RLC. Parametry kondensatorów i induktorów (3h)
Oscyloskopy analogowe, podstawy działania i obsługi (3h)
Oscyloskopy cyfrowe, częstościomierze, czasomierze (3h)
Metody pomiarowe na przykładzie pomiaru masy (3h)
Wyznaczanie parametrów metrologicznych wybranych urządzeń (3h)
Budżet niepewności na przykładzie rezonansowego pomiaru modułu Younga (3h)
Wyznaczanie rozszerzonej niepewności pomiaru na przykładzie pomiaru średnicy metodą interferencyjną (3h)

**Metody oceny:**

Zaliczenie wykładu na podstawie kolokwium z całości treści wykładów;
kolokwium w formie testu, wymagane uzyskanie minimum 60% pkt,
Zaliczenie laboratoriów na podstawie sprawdzianu rozpoczynającego każde ćwiczenie oraz sprawozdań z wykonania ćwiczenia.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. M. Lisowski, Podstawy Metrologii, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej , 2011
2. Dusza J., Gortat G., Leśniewski A.,: Podstawy Miernictwa, WPW, Warszawa, 2002
3. A. Chwaleba, M. Poniński, A. Siedlecki: „Metrologia elektryczna" WNT Warszawa 2010.
5. M. Turkowski, Metrologia przepływów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2018
6. Materiały do laboratorium przesłane przez prowadzących

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

Przedmiot odbywa się na Wydziale Mechatroniki

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka MET\_W01:**

Zapoznanie z podstawami wiedzy o sygnałach, elementach i obwodach elektrycznych oraz sygnałach biomedycznych - Wyrobienie umiejętności organizacji doświadczeń pomiarowych, łączenia obwodów pomiarowych i posługiwania się podstawową aparaturą laboratorium elektronicznego. - Nabycie umiejętności prawidłowego dokumentowania wyników doświadczeń. - Nauczenie sposobów oceny błędów pomiarowych i świadomego wyboru metod prowadzących do ich minimalizacji. Treść wykładu: - Wprowadzenie: podstawowe pojęć.

Weryfikacja:

Kolokwium poświęcone analizie błędów oraz końcowe kolokwium zaliczające przedmiot.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka MET\_U01:**

Student, który zaliczył przedmiot posiada podstawową wiedzę na temat:- sygnałów, elementów i obwodów elektrycznych;- podstawowych pojęć z dziedziny metrologii;- szacowania błędów- obserwacji i rejestracji sygnałów. Potrafi zaplanować , wykonać i zinterpretować podstawowe pomiary

Weryfikacja:

Kolokwium poświęcone analizie niepewności oraz końcowe kolokwium zaliczające przedmiot

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11, K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o