



Nazwa modułu zajęć:	Metrologia i systemy pomiarowe				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RIMM-1-405-s	Punkty ECTS:	3
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki				
Kierunek:	Inżynieria Mechaniczna i Materiałowa	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	4
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr hab. inż. Cupiał Piotr (pcupial@agh.edu.pl)				

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

W ramach modułu studenci zdobywają podstawową wiedzę z metrologii i technik pomiarowych wykorzystywanych w inżynierii mechanicznej. Zdobywają wiedzę nt. systematycznych i losowych błędów pomiarowych. Poznają podstawowe techniki metrologii geometrycznej i współrzędnościowej. Zapoznają się z metodami pomiaru charakterystyk czasowych i częstotliwościowych układów dynamicznych. Poznają zasadę działania przetworników wykorzystywanych do pomiaru wielkości związanych z ruchem (przemieszczenia, prędkości, przyspieszenia). Poznają zasady oraz zdobywają praktyczne umiejętności wykonywania pomiarów przy pomocy woltomierzy, amperomierzy oraz mostków tensometrycznych.

Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Student ma wiedzę związaną z oceną błędów systematycznych i losowych występujących przy pomiarach, zna podstawowe pojęcia rachunku prawdopodobieństwa w zakresie zmiennych losowych dyskretnych i ciągłych, własności rozkładu normalnego oraz podstaw analizy regresji.	IMM1A_W01	Wynik testu zaliczeniowego, Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Zaliczenie laboratorium
Umiejętności: potrafi			

M_U001	Potrafi wykonywać pomiary statyczne i dynamiczne przy pomocy przyrządów oraz urządzeń analogowych i cyfrowych.	IMM1A_U04	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium, Aktywność na zajęciach
M_U002	Potrafi oszacować błędy pomiarowe systematyczne i losowe, przeprowadzić analizę danych pomiarowych oraz przedstawić je graficznie.	IMM1A_U03	Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Student zdobywa kompetencje związane z pracą w zespole badawczym oraz rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania i poszerzania kompetencji w szybko zmieniającym się obszarze pomiarów.	IMM1A_K01, IMM1A_K04	Aktywność na zajęciach

Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
54	20	16	18	0	0	0	0	0	0	0	0

Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Student ma wiedzę związaną z oceną błędów systematycznych i losowych występujących przy pomiarach, zna podstawowe pojęcia rachunku prawdopodobieństwa w zakresie zmiennych losowych dyskretnych i ciągłych, własności rozkładu normalnego oraz podstaw analizy regresji.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												

M_U001	Potrafi wykonywać pomiary statyczne i dynamiczne przy pomocy przyrządów oraz urządzeń analogowych i cyfrowych.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi oszacować błędy pomiarowe systematyczne i losowe, przeprowadzić analizę danych pomiarowych oraz przedstawić je graficznie.	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Student zdobywa kompetencje związane z pracą w zespole badawczym oraz rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania i poszerzania kompetencji w szybko zmieniającym się obszarze pomiarów.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	54 godz
Przygotowanie do zajęć	12 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	10 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	7 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	90 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS

Pozostałe informacje

Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

- Podstawowe pojęcia metrologii; układ jednostek SI.
- Przyrządy do pomiaru wielkości geometrycznych. Własności metrologiczne przyrządów.
- Niedokładność pomiaru. Błędy pomiaru.
- Elementy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Własności rozkładu normalnego, rozkład t-Studenta. Elementy analizy regresji.
- Ocena błędów pomiarów i metody szacowania niepewności.
- Współrzędnościowe systemy pomiarowe.
- Jakość systemu pomiarowego; cechy i miary jakości procesów pomiarowych;

metody analizy systemów pomiarowych.

- Podstawy pomiaru wielkości zmiennych w czasie, elementy torów pomiarowych wykorzystywanych w miernictwie dynamicznym.
- Przykłady przetworników do pomiaru wielkości nieelektrycznych. Własności statyczne i dynamiczne przetworników pomiarowych. Charakterystyki czasowe i częstotliwościowe przetworników liniowych I i II rzędu.
- Wprowadzenie do kondycjonowania sygnałów pomiarowych. Typowe schematy elektryczne stosowane przy pomiarach, pomiar przy pomocy woltomierza i amperomierza, mostki oporowe. Wzmacnianie i filtracja sygnałów.

Ćwiczenia audytoryjne

1. Specyfikacje geometrii wyrobów.
2. Elementy analizy wymiarowej.
3. Podstawy statystyki i rachunku prawdopodobieństwa.
4. Wstęp do analizy danych.
5. Pomiary mikro- i makrogeometrii.
6. Budżet niepewności.
7. Statystyczna kontrola jakości.

Ćwiczenia laboratoryjne

- Pomiary długości i kąta w warunkach kontroli końcowej wyrobu.
- Projektowanie i nadzorowanie sprawdzianów.
- Metody pomiarów powierzchni złożonych.
- Interaktywne programowanie pomiaru współrzędnościowego.
- Zastosowanie elektrycznych mierników wskazówkowych
- Własności statyczne elementów toru pomiarowego
- Własności dynamiczne przetworników I rzędu
- Własności dynamiczne przetworników II rzędu

Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia audytoryjne: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Ćwiczenia są zaliczane w oparciu o obecności i kolokwia zaliczeniowe.

Dla zaliczenia laboratoriów, konieczne jest odrobienie wszystkich zajęć, dostarczenie w terminie sprawozdań oraz zaliczenie podstaw teoretycznych ćwiczeń laboratoryjnych.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia audytoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa jest obliczona jako średnia ważona ocen z ćwiczeń laboratoryjnych (L), ćwiczeń audytoryjnych i testu sprawdzającego z wykładu (W):

$$\text{Ocena końcowa} = 0.4 \cdot L + 0.4 \cdot \acute{C} + 0.2 \cdot W$$

Osoba odpowiedzialna za przedmiot może podjąć decyzję, że sprawdzenie wiadomości z wykładu zostanie przeprowadzone w ramach zaliczenia ćwiczeń i laboratoriów.

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Sposób i tryb wyrównywania zaległości jest zgodny z Regulaminem Studiów.

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

Podstawowe wiadomości z matematyki (trygonometria, podstawy analizy matematycznej, obliczanie pochodnych zwyczajnych i cząstkowych) i z fizyki. Znajomość rysunku technicznego.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

Literatura podstawowa:

- W. Jakubiec, J. Malinowski "Metrologia wielkości geometrycznych", wydanie 5, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2018
- S. Białas, Z. Humienny, K. Kiszka "Metrologia z podstawami specyfikacji wyrobów (GPS). Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014
- S. Adamczak, W. Makieła "Metrologia w budowie maszyn", Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004
- A. Chwaleba, M. Poniński, A. Siedlecki "Metrologia elektryczna", WNT, Warszawa, 2010
- R. Hagel, J. Zakrzewski "Miernictwo dynamiczne", Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1984
- J. Bednarczyk "Podstawy metrologii technicznej, SU 1591, wyd. AGH, Kraków, 2000
- A. Plucińska, E. Pluciński "Elementy probabilistyki", PWN, Warszawa, 1981
- E. Ratajczyk "Współrzędnościowa technika pomiarowa", Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2005

Literatura uzupełniająca:

- T.G. Beckwith, R.D. Marangoni, J. H. Lienhard "Mechanical Measurements", Prentice Hall, Upper Saddle River, 6th ed., 2007
- J. G. Webster "The measurement, instrumentation and sensors handbook", CRC Press, Boca Raton, 1999
- E. Ratajczyk, A. Woźniak "Współrzędnościowe systemy pomiarowe", Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016
- S. Adamczak "Pomiary geometryczne powierzchni. Zarys kształtu, falistość i chropowatość. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

- M. Maślanka, B. Sapiński, J. Snamina "Experimental study of vibration control of a cable with an attached MR damper", Journal of Theoretical and Applied Mechanics 45 (2007), 893-917
- A. Kot, A. Nawrocka, A. Sioma "Testing of human sway on a balance platform", Proceedings of ICC'2018, Szivasarad, Hungary, May 28-31, 2018, s. 118-121.
- M. Kozioł, P. Cupiał "Identification of rotor parameters using piezoelectric patches bonded to the shaft surface", Proceedings of the 13th Conference on Active Noise and Vibration Control Methods, MARDiH, Kazimierz Dolny, 12-14 June 2017.

Informacje dodatkowe

Brak