



KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	SD-10-IM-FR2
Nazwa przedmiotu	Badania eksperymentalne i układy pomiarowe
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Experimental measurements and measurement systems
Obowiązuje od roku akademickiego	2024/25

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Szkoła Doktorska
Poziom kształcenia	III stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne
Dyscyplina naukowa	Inżynieria mechaniczna
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Mechaniki i Procesów Ciepłych, WMiBM
Koordinator przedmiotu	prof. dr hab. inż. Magdalena Piasecka
Zatwierdził	dr hab. inż. Łukasz Bąk, prof. PŚk

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do bloku przedmiotów	BLOK B – Zajęcia do wyboru z programu dyscypliny
Status przedmiotu	Do wyboru
Język prowadzenia zajęć	Polski
Usytuowanie w planie studiów - semestr	Semestr IV
Wymagania wstępne	-
Egzamin (TAK/NIE)	Nie
Liczba punktów ECTS	2

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	15		15		

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Zna i rozumie zaawansowaną wiedzę o charakterze podstawowym dla dziedziny nauki inżynierjno-techniczne oraz dyscyplin naukowych, związanych z obszarem prowadzonych badań.	K_W01
	W03	Zna i rozumie światowy dorobek obejmujący podstawy teoretyczne o charakterze szczegółowym, związane z obszarem prowadzonych badań, której źródłem są w szczególności publikacje o charakterze naukowym, obejmujące najnowsze osiągnięcia nauki w obszarze prowadzonych badań.	K_W02
Umiejętności	U01	Potrafi efektywnie pozyskiwać informacje związane z działalnością naukową z różnych źródeł, także w językach obcych, oraz dokonywać właściwej selekcji i interpretacji tych informacji.	K_U01
	U04	Potrafi definiować cel i przedmiot badań naukowych, stosować twórczo metody, techniki i narzędzia badawcze oraz wyprowadzać wnioski na podstawie otrzymanych wyników. Ponadto rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i planowania działań na rzecz własnego rozwoju.	K_U04 K_U09
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie potrzebę śledzenia i analizowania najnowszych osiągnięć związanych z reprezentowaną dyscypliną naukową oraz krytycznej oceny dorobku tej dyscypliny; uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych.	K_K01
	K02	Potrafi myśleć i działać w sposób niezależny, kreatywny i przedsiębiorczy; przejawia inicjatywę w kreowaniu nowych idei i poszukiwaniu innowacyjnych rozwiązań.	K_K02

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	<ol style="list-style-type: none">1. Omówienie zakresu przedmiotu i zasad zaliczenia. Metodologia pracy naukowej. Metody i techniki badawcze. Etapy procesu badawczego.2. Planowanie eksperymentu. Wybrane aspekty modelowania i symulacji.3. Przyrządy i układy pomiarowe. Zagadnienia analizy statystycznych danych pomiarowych. Niepewności pomiarowe przyrządów i torów pomiarowych.4. Pomiar temperatury metodami kontaktowymi (czujniki termoelektryczne oraz rezystancyjne) oraz metodami bezkontaktowymi (termografia w podczerwieni i termografia ciekłokrystaliczna). Analizy statystyczne wybranych zagadnień termometrycznych.5. Wybrane przyrządy i układy pomiarowe dotyczące przepływu i ciśnienia płynu oraz parametrów elektrycznych, analiza błędów pomiarowych. Modelowanie matematyczne zagadnień wymiany ciepła podczas przepływu płynu.6. Pomiar wibroakustyczne właściwości mechanicznych. Budowa ultradźwiękowego toru pomiarowego. Budowa przetworników ultradźwiękowych klasycznych i typu MEMS, materiały piezoelektryczne. Metody analiz częstotliwościowych.7. Pomiar hałasu. Parametry propagacji fal akustycznych, widmo akustyczne. Budowa mikrofonów. Arytmetyka decybelowa.8. Uzupełniające zagadnienia dotyczące przedmiotu wykładowego. Zaliczenie.

laboratorium	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie do zagadnień analizy statystycznych danych pomiarowych. Niepewności pomiarowe. Tory pomiarowe. 2. Pomiary temperatury metodą kontaktową z wykorzystaniem termoelementów różnych typów wraz z opracowaniem i analizą danych. 3. Pomiary temperatury metodą bezkontaktową – termografia w podczerwieni (pomiary z wykorzystaniem kamery termowizyjnej i pirometru) oraz metody termografii ciekłokrystalicznej wraz z opracowaniem i analizą danych. 4. Pomiary przepływu i ciśnienia płynu wraz z opracowaniem i analizą danych. 5. Pomiary hałasu drogowego. Analiza uzyskanych wyników pomiarów. 6. Pomiary i analiza hałasu na stanowisku pracy, wyznaczenie zawodowej ekspozycji na hałas. 7. Pomiar drgań maszyny. Analiza uzyskanych wyników pomiarów. 8. Zaliczenie.
--------------	---

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X		X	
W03			X		X	
U01			X		X	
U04			X		X	X
K01						X
K02						X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie 51% punktów z kolokwium końcowego
laboratorium	zaliczenie z oceną	Uzyskanie 51% z oddanych sprawozdań z poszczególnych laboratoriów

NAKLAD PRACY DOKTORANTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie doktoranta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		3			h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	35					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,4					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy doktoranta	15					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,6					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	25					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,0					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą doktoranta	50					h
10.	Punkty ECTS za modul <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2					ECTS

LITERATURA

- Apanowicz J., Metodologiczne uwarunkowania pracy naukowej, Difin, 2005
- Zieliński J., Metodologia pracy naukowej, ASPRA, 2013.
- Taylor J. R., Wstęp do analizy błęd pomiarowego (tłumaczenie z jęz. ang.), PWN, Warszawa, 1999
- Dietrich E., Schulze A., Metody statystyczne w kwalifikacji środków pomiarowych maszyn i procesów produkcyjnych, Notika System, Warszawa, 2000
- Tukey J.W., Exploratory Data Analysis, Addison-Wesley Publishing Company INC., London UK, 1977
- Hallcrest, Handbook of Thermochromic Liquid Crystal Technology, 2014
- Fiebig W., Drgania i hałas w inżynierii maszyn, PWN, Warszawa, 2022
- Engel Z. Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem, PWN, Warszawa, 2001
- Everest F.A., Podręcznik Akustyki, Sonia Draga, Katowice, 2013
- Dobrucki A., Przetworniki elektroakustyczne, WNT, Warszawa, 2007
- Śliwiński A., Ultradźwięki i ich zastosowania, WNT, Warszawa, 2001
- Główny Urząd Miar, Wyrażanie niepewności pomiaru. Przewodnik GUM, Warszawa, 1999
- JCGM 100: 2008, Evaluation of Measurement Data—Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. Jt. Comm. Guides Metrol. (JCGM) 2008, 1, 1–120
- EA-4/02 M; 2022 Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration, 2022
- EN IEC 60584-3; 2021-11-Thermocouples—Part 3: Extension and Compensating Cables—Tolerances and Identification System, 2021
- IEC 60584-1; 2013—Thermocouples—Part 1: EMF Specifications and Tolerances, 2013
- IEC 60751; 2022-Industrial Platinum Resistance Thermometers and Platinum Temperature Sensors, 2022
- PN-EN-ISO 9612:2011; Akustyka – Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas – Metoda techniczna