

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: IM

Stopień studiów: I

Specjalności: Materiały i technologie przyjazne środowisku, Technologie druku 3D, Materiały konstrukcyjne i kompozyty

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Teoria i technika eksperymentu
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Theory of the experiment
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF IM oIS B15 21/22
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	5.00
SEMESTRY	6

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
6	15	15	0	0	0	15

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Nabycie wiedzy z zakresu podstaw teoretycznych planowania eksperymentów naukowych, określenia obiektu badań oraz statystycznej analizy wyników.

Cel 2 Uzyskanie umiejętności praktycznego zastosowania wiedzy z zakresu planowania doświadczeń i statystycznej analizy wyników badań w pracach inżynierskich oraz w realizacji prac badawczych, szczególnie w dziedzinie inżynierii materiałowej z wykorzystaniem wspomagania komputerowego.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Wiedza z zakresu przedmiotu: Matematyka dla inżynierów (sem. I)
- 2 Znajomość podstaw rachunku prawdopodobieństwa i statystyki na poziomie standardowego kursu matematyki na studiach technicznych oraz znajomość podstawowa programu EXCEL.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Ma wiedzę o podstawowych metodach i aparaturze badawczej stosowanych do pomiarów własności materiałów inżynierskich, zna i rozumie zasady prowadzenia badań naukowych.

EK2 Wiedza Zna podstawy teoretyczne planowania doświadczeń i wie jak ją zastosować do formułowania i rozwiązywania zagadnień badawczych w technice, w szczególności w zakresie metod eksperymentalnych w inżynierii materiałowej, a mianowicie: jak określić cel badań, opracować charakterystykę obiektu badań, wybrać plan doświadczenia i dostosować go do konkretnych warunków, poprzez renormowanie wartości wielkości wejściowych i przekształcenie planu do postaci rzeczywistej. Posiada informacje o dostępnych na rynku specjalistycznych programach komputerowych z zakresu Design of Experiments (DOE).

EK3 Umiejętności Potrafi wykorzystać techniki komputerowej nauki o materiałach w projektowaniu inżynierskim i badaniach materiałowych oraz opracowaniu wyników. Ma umiejętność planowania i przeprowadzania podstawowych metod badania materiałów inżynierskich, obsługi specjalistycznej aparatury naukowo-badawczej oraz potrafi gromadzić i opracowywać wyniki badań i oceny błędów pomiarowych.

EK4 Umiejętności Potrafi w oparciu o posiadaną wiedzę i z wykorzystaniem techniki komputerowej przeprowadzić czynności formalne i obliczenia matematyczne związane z opracowaniem charakterystyki obiektu badań. Jest w stanie dokonać racjonalnego wyboru teoretycznego planu doświadczenia, a następnie dostosować go do konkretnych potrzeb i możliwości badawczych, poprzez zrenormowanie wartości wielkości wejściowych i przekształcenie planu do postaci rzeczywistej oraz dokonanie jego randomizacji.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wprowadzenie do przedmiotu. Podstawy metodyki badań doświadczalnych. Istota, rola i zarys rozwoju teorii eksperymentu. Charakterystyka obiektu badań. Pojęcie i budowa planu doświadczenia; plan kompletny i plany selekcyjne. Normowanie i renormowanie wartości wielkości wejściowych: cele i sposoby normowania. Podział planu na bloki.	3
W2	Technika eksperymentu. Cechy obiektu mierzonego; miary ilościowe i jakościowe; skale do ich określania. Jednostki i systemy jednostek. Pomiar i techniki mierzenia. Metody, narzędzia i systemy pomiarowe. Przykłady komputerowego wspomagania pomiarów w badaniach doświadczalnych.	2
W3	Model matematyczny obiektu badań. Wybór postaci ogólnej funkcji aproksymującej. Pojęcie i istota interakcji. Metody aproksymacji; charakterystyka metody najmniejszych kwadratów. Testowanie istotności modelu oraz adekwatności funkcji aproksymującej i istotności jej współczynników. Wyznaczanie przedziałów ufności dla współczynników funkcji aproksymującej, wartości pojedynczych wyników i ich średnich. Wizualizacja i obliczenia na bazie funkcji aproksymującej.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W4	Systematyka planów doświadczeń z uwzględnieniem celów badań. Kryteria wyboru planu doświadczenia. Plany kompletne dwu- i trójwartościowe. Plany frakcyjne ich budowa i obszary zastosowań. Wnioskowanie z wyników badań wg planów frakcyjnych. Plany kompozycyjne trój- i pięciowartościowe; rodzaje, cechy, zastosowania.	2
W5	Mieszanie i ograniczenia z nimi związane; warunek integralności (sumowalności), ograniczenia dolne i górne udziału składników w mieszaninie. Specyfika planowania doświadczeń w badaniach mieszanin; pojęcie i budowa sympleksów. Charakterystyka standardowych planów doświadczeń dla mieszanin. Normowanie pseudoskładniki. Wielomiany zredukowane.	2
W6	Plany frakcyjne: konstrukcja i obszary zastosowań. Wnioskowanie statystyczne w oparciu o wyniki badań realizowanych wg planów frakcyjnych. Pojęcie, istota i badanie interakcji. Istota i charakterystyka randomizowanych planów doświadczeń; zakres i ograniczenia ich stosowalności. Statystyczna weryfikacja założeń, których spełnienie warunkuje możliwość stosowania planów randomizowanych.	2
W7	Analiza wariancji w zastosowaniu do wyników badań uzyskanych w ramach realizacji planów randomizowanych. Testy post-hoc. Wykres Pareto. Plany optymalizacyjne: rodzaje i zastosowania. Badania wg metody Taguchiego; specyfika planowania doświadczenia i analizy wyników; zastosowania.	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Wprowadzenie do zajęć i omówienie warunków zaliczenia	1
C2	Planowanie stanowiska pomiarowego do wyznaczenia wartości modułu sprężystości wzdłużnej ze statycznej próby zginania. Dobór elementów stanowiska oraz procedur obliczeniowych.	2
C3	Analiza pliku danych pomiarowych uzyskanych z rzeczywistych pomiarów: wyznaczenie podstawowych statystyk próbki i estymatorów punktowych parametrów populacji oraz estymatorów przedziałowych z wykorzystaniem rozkładu normalnego. Analiza struktury próbki w oparciu o szereg rozdzielczy i jego wizualizację w formie histogramu.	2
C4	Analiza struktury pliku danych pomiarowych i test zgodności populacji z rozkładem normalnym; miary asymetrii i skośności. Zastosowanie rozkładu t-Studenta do wyznaczenia estymatorów parametrów populacji. Testy parametryczne: wartości średniej w populacji oraz różnicy między średnimi dla zmiennych ilościowych i różnicy między medianami dla zmiennych jakościowych.	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C5	Predykcja wartości zmiennej zależnej na podstawie wartości zmiennej niezależnej: wyznaczenie dla rzeczywistych danych pomiarowych funkcji obiektu badań metodą najmniejszych kwadratów; ocena jej adekwatności i istotności współczynników oraz błędów predykcji poprzez wyznaczenie przedziałów ufności dla prognozowanych wyników pojedynczych i wartości średnich.	2
C6	Analiza wariancji jednoczynnikowa przykład. Symulowane badania doświadczalne wpływu wielkości wejściowych na wielkość wyjściową z zastosowaniem planów randomizowanych: dla dwóch wielkości wejściowych - plan blokowy kompletny oraz dla trzech wielkości wejściowych - plan kwadratu łacińskiego; wnioskowanie w oparciu o wyniki analizy wariancji wieloczynnikowej oraz test post hoc.	3
C7	Przykład symulowanych badań optymalizacyjnych z wykorzystaniem wybranego planu optymalizacyjnego. Przykład zastosowania procedury Taguchiego do rozwiązania praktycznego zadania z zakresu inżynierii materiałowej.	3

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Badania oparte na planie frakcyjnym i symulowanych wynikach pomiarów: określenie celu badań, sporządzenie charakterystyki obiektu badań, wybór i opracowanie planu doświadczenia, prezentacja graficzna wyników i ich analiza przy założeniu liniowego wpływu wielkości wejściowych na wielkość wyjściową i możliwości występowania interakcji. Sformułowanie wniosków.	3
P2	Opracowanie planu badań w celu określenia wpływu wielkości wejściowych na wybrane właściwości mechaniczne realnego obiektu technicznego; sporządzenie charakterystyki obiektu badań, wybór i opracowanie planu doświadczenia, analiza statystyczna symulowanych wyników i ich prezentacja graficzna. Sformułowanie wniosków.	6
P3	Symulowane badania doświadczalne wpływu składu mieszaniny trójskładnikowej na jej właściwości z zastosowaniem wybranego planu sympleksowego. Analiza statystyczna symulowanych wyników i ich prezentacja graficzna. Interpretacja wyników analizy i sformułowanie wniosków.	6

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady z wykorzystaniem środków multimedialnych

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Zadania tablicowe

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	125
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

9 SPOSOBY OCENY

Wszyscy studenci w zespołach 2-osobowych opracowują 3 projekty. Ponadto, piszą 2 kolokwia: 1) z zakresu planowania doświadczeń, 2) z zakresu analizy statystycznej wyników badań. Warunkiem zal. przedmiotu jest otrzymanie pozytywnych ocen z każdego projektu oraz kolokwium.

OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt zespołowy

F2 Kolokwium

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Waga oceny z projektu wynosi 2/9 (0,222), a oceny z kolokwium 3/18 (0,166).

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Projekt zespołowy

KRYTERIA OCENY

NA OCENĘ 2.0	Student nie posiadał wymaganego minimum 55% wiedzy
NA OCENĘ 3.0	Student posiada 55% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 3.5	Student posiada 65% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.0	Student posiada 75% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.5	Student posiada 85% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 5.0	Student posiada 95% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie posiadał wymaganego minimum 55% wiedzy
NA OCENĘ 3.0	Student posiada 55% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 3.5	Student posiada 65% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.0	Student posiada 75% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.5	Student posiada 85% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 5.0	oceną podsumowującą.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie posiadał wymaganego minimum 55% wiedzy
NA OCENĘ 3.0	Student posiada 55% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 3.5	Student posiada 65% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.0	Student posiada 75% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.5	Student posiada 85% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 5.0	oceną podsumowującą.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	

NA OCENĘ 2.0	Student nie posiadał wymaganego minimum 55% wiedzy
NA OCENĘ 3.0	Student posiada 55% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 3.5	Student posiada 65% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.0	Student posiada 75% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.5	Student posiada 85% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 5.0	Student posiada 95% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	W1 W2 W3	N1 N2 N3	F1 F2
EK2		Cel 1	W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3	F1 F2
EK3		Cel 2	W1 W2 W3	N1 N2	F1 F2
EK4		Cel 2	W4 W5 W6 W7	N1 N2	F1 F2

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Dobosz M. — *Wspomagana komputerowo statystyczna analiza wyników badań*, Warszawa,, 1984, PWN
- [2] Korzyński M — *Metodyka eksperymentu*, Warszawa,, 2006, WNT
- [3] Polanski Z. — *Planowanie doswiadczen w technice*, Warszawa,, 1984, PWN
- [4] - — *Internetowy podręcznik STATISTICI*, Miejscowość, 2018, StatSoft Polska

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Kukielka L.** — *Podstawy badań inżynierskich*, Warszawa, 2002, PWN
- [2] | **Montgomery C.** — *Design and Analysis of Experiments*, New York, 1991, Jon Wiley & Sons
- [3] | **R. Boddy, G.L. Smith** — *Effective Experimentation; For Scientists and Technologists*, Chichester UK, 2010, John Wiley & Sons

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH**OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr inż. Krzysztof Zarębski (kontakt: krzysztof.zarebski@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Krzysztof Zarębski (kontakt: krzysztof.zarebski@pk.edu.pl)

2 dr inż. Krzysztof Miernik (kontakt: krzysztof.miernik@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....