

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

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, Materiały konstrukcyjne i kompozyty, Technologie druku 3D

### 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 19/20
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 badan, opracować charakterystykę obiektu badan, 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 posiadana wiedze i z wykorzystaniem techniki komputerowej przeprowadzić czynności formalne i obliczenia matematyczne związane z opracowaniem charakterystyki obiektu badan. 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 wspomaganie 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
<b>W4</b>	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
<b>W5</b>	Mieszanki 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
<b>W6</b>	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
<b>W7</b>	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
<b>C1</b>	Wprowadzenie do zajęć i omówienie warunków zaliczenia	1
<b>C2</b>	Planowanie stanowiska pomiarowego do wyznaczenia wyznaczenie wartości modułu sprężystości wzdłużnej ze statycznej próby zginania. Dobór elementów stanowiska oraz procedur obliczeniowych.	2
<b>C3</b>	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
<b>C4</b>	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	<p>                     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.                 </p>	2
C6	<p>                     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.                 </p>	3
C7	<p>                     Przykład symulowanych badań optymalizacyjnych z wykorzystaniem wybranego planu optymalizacyjnego. Przykład zastosowania procedury Taguchiego do rozwiązania praktycznego zadania z zakresu inżynierii materiałowej.                 </p>	3

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	<p>                     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.                 </p>	3
P2	<p>                     Opracowanie planu badań w celu określenia wpływu wielkości wejściowych na wybrane właściwości mechaniczne realnego obiektu technicznego; sporządzenie charakterystyki obiektu badan, wybór i opracowanie planu doświadczenia, analiza statystyczna symulowanych wyników i ich prezentacja graficzna. Sformułowanie wniosków.                 </p>	6
P3	<p>                     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.                 </p>	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
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>90</b>
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

EFEKT KSZTAŁCENIA 1
---------------------

NA OCENĘ 3.0	Student posiada 60% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowująca.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	Student posiada 60% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowująca.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	Student posiada 60% umiejętności opartych na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowująca.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Student posiada 60% umiejętności opartych na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowująca.

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W18	Cel 1	W1 W2 W3	N1 N2 N3	F1 F2
EK2	K1_W18	Cel 1	W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3	F1 F2
EK3	K1_UP01 K1_UP05	Cel 2	W1 W2 W3	N1 N2	F1 F2
EK4	K1_UP01 K1_UP05	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 badan inzynierskich*, 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@mech.pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....