

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Nanotechnologie i Nanomateriały

Profil: Praktyczny

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: NtiNm

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria nanostruktur

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Opracowanie wyników pomiarów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Treatment of experimental data
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF NTINM pIS B14 21/22
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	5.00
SEMESTRY	1 2

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
1	15	15	0	15	0	0
2	0	0	0	30	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z pojęciami: pomiar, pomiar pośredni, pomiar bezpośredni, błąd pomiarowy, błąd przypadkowy, systematyczny i grubo, niepewność pomiaru.

- Cel 2** Zapoznanie studentów z ogólnym pojęciem rozkładu statystycznego oraz szczególnymi rozkładami: rozkładem Gaussa, rozkładem prostokątnego i trójkątnego. Zapoznanie studentów z pojęciem wariancji i odchylenia standardowego.
- Cel 3** Zapoznanie studentów z metodami A i B wyznaczania niepewności pomiaru i regułami zapisu wyniku pomiaru.
- Cel 4** Zapoznanie studentów z regułami wyznaczania niepewności standardowej i rozszerzonej pomiarów pośrednich.
- Cel 5** Zapoznanie studentów z pojęciem regresji liniowej i regułami rysowania wykresów.
- Cel 6** Zapoznanie studentów z możliwościami programu OriginLab do analizy statystycznej danych, przeprowadzania interpolacji, ekstrapolacji, całkowania i różniczkowania numerycznego.
- Cel 7** Zapoznanie studentów ze sposobami wczytywania danych w różnych formatach do programu OriginLab, a także różnych sposobów wypełniania kolumn arkuszy w tym programie.
- Cel 8** Zapoznanie studentów ze sposobami tworzenia różnego typu wykresów 2D w programie OriginLab (np. wykresy słupkowe, kołowe, waterfall, Y-offset, panelowe, Y-error itp).
- Cel 9** Zapoznanie studentów ze sposobami tworzenia równych wykresów typu 3D XYZ i 3D surface w programie OriginLab.
- Cel 10** Zapoznanie studentów ze sposobami dopasowywania funkcji do danych pomiarowych w programie OriginLab

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość rachunku różniczkowego.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student zna pojęcia: pomiar, pomiar pośredni, pomiar bezpośredni, błąd pomiarowy, błąd przypadkowy, systematyczny i grubość, niepewność pomiaru.
- EK2 Wiedza** Student zna rozkład Gaussa, rozkład prostokątny i rozkład trójkątny. Student zna pojęcie wariancji i odchylenia standardowego.
- EK3 Wiedza** Student zna metody A i B wyznaczania niepewności pomiaru i reguły zapisu wyniku pomiaru.
- EK4 Wiedza** Student zna reguły wyznaczania niepewności pomiaru pośredniego.
- EK5 Wiedza** Student zna pojęcie regresji liniowej i reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych.
- EK6 Umiejętności** Student potrafi wybrać metodę A lub B do wyznaczenia niepewności pomiaru. Student potrafi wyznaczyć niepewność standardową metodą A i metodą B i poprawnie zapisać wynik pomiaru.
- EK7 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć niepewność standardową i niepewność rozszerzoną pomiaru pośredniego.
- EK8 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć parametry dopasowania i ich niepewności metodą regresji liniowej oraz narysować wykres zgodnie z obowiązującymi regułami.
- EK9 Umiejętności** Student potrafi przeprowadzić analizę statystyczną danych w programie OriginLab.
- EK10 Umiejętności** Student potrafi wczytywać pliki z danymi w różnych formatach do programu OriginLab.
- EK11 Umiejętności** Student potrafi przeprowadzać interpolację, ekstrapolację, całkowanie i różniczkowanie numeryczne w programie OriginLab.

**EK12 Umiejętności** Student potrafi sporządzać różnego typu wykresu 2D za pomocą programu OriginLab.

**EK13 Umiejętności** Student potrafi sporządzać różnego typu wykresu 3D za pomocą programu OriginLab.

**EK14 Umiejętności** Student potrafi dopasować funkcję do danych pomiarowych za pomocą programu OriginLab.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Proste pomiary przymiarem kreskowym, suwmiarką i śrubą mikrometryczną. Wybór metody szacowania niepewności pomiaru dla każdego z wykonanych pomiarów.	2
C2	Reguły działań na liczbach przybliżonych. Reguły Kryłowa.	3
C3	Wyprowadzanie wzorów na niepewność standardową pomiaru pośredniego dla prostych zależności typu liniowego i multiplikatywnego.	3
C4	Wyprowadzanie wzorów na niepewność standardową pomiaru pośredniego dla zależności wymagających różniczkowania.	4
C5	Przeprowadzanie obliczeń wykorzystujących reguły Kryłowa i zaokrąglanie niepewności i wartości mierzonych zgodnie z obowiązującymi wymogami.	3

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wprowadzenie pojęcia wielkości mierzonej i jej jednostki oraz pomiaru. Podział pomiarów na bezpośrednie i pośrednie. Wprowadzenie pojęcia błędu pomiaru. Podział błędów na przypadkowe systematyczne i grube. Wprowadzenie pojęcia niepewności pomiaru.	1
W2	Wprowadzenie i pojęcia zmiennej losowej i rozkładu zmiennej losowej. Opis rozkładów: Gaussa, prostokątnego i trójkątnego. Wprowadzenie pojęcia wariancji i odchylenia standardowego.	2
W3	Opis metody A i metody B wyznaczania niepewności pomiaru.	6
W4	Reguły wyznaczania niepewności standardowej i rozszerzonej pomiaru pośredniego.	3
W5	Opis metody regresji liniowej. Reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych.	3

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Budowanie histogramów na podstawie prób losowych podlegających rozkładowi: Gaussa, prostokątnego i trójkątnego z użyciem programu Excel. Wyznaczanie estymat odchylenia standardowego na podstawie skończonych prób pomiarowych podlegających rozkładowi: Gaussa, prostokątnego i trójkątnego z użyciem programu Excel i programu OriginLab.	2
K2	Szacowanie niepewności pomiaru metodami A i B. Wyliczanie niepewności złożonej. Zapisywanie wyników pomiaru zgodnie z obowiązującymi regułami. Obliczenia przeprowadzane są przy użyciu programu Excel.	2
K3	Szacowanie niepewności standardowej i rozszerzonej pomiarów pośrednich. Obliczenia przeprowadzane są przy użyciu programu Excel.	4
K4	Przeprowadzanie kompleksowego opracowywania dostarczonych danych pomiarowych kończące się prawidłowym zapisem wyniku pomiaru.	6
K5	Nauka wczytywania danych zapisanych w plikach różnych formatów do programu OriginLab. Nauka wypełniania kolumn arkusza OriginLab danymi o zadanych właściwościach.	3
K6	Analiza statystyczna danych przeprowadzana za pomocą programu OriginLab.	3
K7	Interpolacja, ekstrapolacja, różniczkowanie i całkowanie numeryczne za pomocą programu OriginLab.	6
K8	Tworzenie wykresów typu 2D funkcji o zadanych postaciach. Tworzenie różnego typu wykresów 2D dla danych doświadczalnych.	8
K9	Tworzenie wykresów typu 3D funkcji o zadanych postaciach. Tworzenie różnego typu wykresów 3D dla danych doświadczalnych.	6
K10	Dopasowywanie funkcji do danych pomiarowych.	5

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Konsultacje

## 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	75
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	25
Opracowanie wyników	30
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>145</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Ćwiczenie praktyczne

**F2** Kolokwium

**F3** Test

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi zdefiniować pojęcia pomiar i błąd pomiaru. Potrafi wymienić typy pomiarów.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi zdefiniować pojęcia pomiar i błąd pomiaru, potrafi wymienić i rozróżnia pomiary bezpośrednie i pośrednie, potrafi wymienić typy błędów.

NA OCENĘ 4.0	Student potrafi zdefiniować pojęcia pomiar i błąd pomiaru, potrafi wymienić i rozróżnia pomiary bezpośrednie i pośrednie, potrafi wymienić typy błędów i opisać różnice między nimi, podać przykłady. Potrafi zdefiniować pojęcie niepewności pomiaru.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi zdefiniować pojęcia pomiar i błąd pomiaru, potrafi wymienić i rozróżnia pomiary bezpośrednie i pośrednie, potrafi wymienić typy błędów i opisać różnice między nimi, podać przykłady. Potrafi zdefiniować pojęcie niepewności pomiaru.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student zna pojęcie rozkładu statystycznego, zna kształt rozkładu Gaussa, prostokątnego i trójkątnego.
NA OCENĘ 3.5	Student zna pojęcie rozkładu statystycznego, zna kształt rozkładu Gaussa, prostokątnego i trójkątnego. Zna przynajmniej geometryczną interpretację odchylenia standardowego dla rozkładu Gaussa.
NA OCENĘ 4.0	Student zna pojęcie rozkładu statystycznego, zna kształt rozkładu Gaussa , prostokątnego i trójkątnego oraz ich postać funkcyjną. Zna pojęcie wariancji i odchylenia standardowego.
NA OCENĘ 4.5	Student zna pojęcie rozkładu statystycznego, zna kształt rozkładu Gaussa, prostokątnego i trójkątnego oraz ich postać funkcyjną. Zna pojęcie wariancji i odchylenia standardowego. Odróżnia pojęcie odchylenia standardowego pojedynczego pomiaru o odchylenia standardowego średniej arytmetycznej. Potrafi zapisać wzory odchylenie standardowe dla rozkładu Gaussa, prostokątnego i trójkątnego.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student zna zasady wyznaczania niepewności pomiarowej metodą A i wie kiedy można stosować tę metodę.
NA OCENĘ 3.5	Student zna zasady wyznaczania niepewności pomiarowej metodą A oraz metodą B (w prostych przypadkach) i wie kiedy można stosować obie metody.
NA OCENĘ 4.0	Student zna zasady wyznaczania niepewności pomiarowej metodą A oraz metodą B i wie kiedy można stosować obie metody. Zna reguły zapisu wyniku pomiaru i co najmniej jedną formę zapisu.
NA OCENĘ 4.5	Student zna zasady wyznaczania niepewności pomiarowej metodą A oraz metodą B i wie kiedy można stosować obie metody. Zna reguły składania niepewności. Zna reguły zapisu wyniku pomiaru w różnych formach.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.

EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student zna ogólny wzór na niepewność standardową pomiaru pośredniego.
NA OCENĘ 3.5	Student zna ogólny wzór na niepewność standardową pomiaru pośredniego oraz wzory w szczegółowe w prostych przypadkach.
NA OCENĘ 4.0	Student zna ogólny wzór na niepewność standardową pomiaru pośredniego oraz wzory w szczegółowe w prostych przypadkach. Zna zasady wyprowadzania wzorów na niepewność standardową w przypadku multiplikatywnych i addytywnych zależności funkcyjnych.
NA OCENĘ 4.5	Student zna ogólny wzór na niepewność standardową pomiaru pośredniego oraz wzory w szczegółowe w prostych przypadkach. Zna zasady wyprowadzania wzorów na niepewność standardową w przypadku multiplikatywnych i addytywnych zależności funkcyjnych. Wie jak ocenić udział niepewności poszczególnych zmiennych na niepewność końcową.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student zna reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych.
NA OCENĘ 3.5	Student zna reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych i pojęcie regresji liniowej.
NA OCENĘ 4.0	Student zna reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych i pojęcie regresji liniowej. Zna wzory na współczynniki regresji liniowej oraz ich niepewności.
NA OCENĘ 4.5	Student zna reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych i pojęcie regresji liniowej. Student zna wzory na współczynniki regresji liniowej oraz ich niepewności. Wie jak powiązać współczynniki regresji z mierzonymi wielkościami. Zna sposoby linearyzacji niektórych funkcji nieliniowych.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wskazać, którą metodę (A, czy B) należy zastosować w danym przypadku oraz potrafi zastosować metodę A.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi wskazać, którą metodę (A, czy B) należy zastosować w danym przypadku oraz potrafi zastosować metodę A oraz B.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wskazać różne źródła niepewności pomiaru i dobrać odpowiednie metody do oszacowania tych niepewności, złożyć je i zapisać wynik.

NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wskazać różne źródła niepewności pomiaru i dobrać odpowiednie metody do oszacowania tych niepewności, złożyć je wykonać prawidłowo obliczenia i zaokrąglenia oraz zapisać poprawnie wynik zgodnie z regułami zapisu.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi obliczyć i zapisać wynik pomiaru pośredniego mając podany wzór na niepewność pomiaru pośredniego.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi obliczyć i zapisać wynik pomiaru pośredniego mając podany wzór na niepewność pomiaru pośredniego. Student potrafi samodzielnie wyprowadzić wzór na niepewność pomiaru pośredniego w przypadku multiplikatywnej lub addytywnej zależności pomiędzy wielkością mierzoną pośrednio a wielkościami, od których zależy ta wielkość.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi przeprowadzić cały proces opracowania danych pomiarowych dla pomiaru pośredniego w przypadku multiplikatywnej lub addytywnej zależności pomiędzy wielkością mierzoną pośrednio a wielkościami, od których zależy ta wielkość.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi przeprowadzić cały proces opracowania danych pomiarowych dla pomiaru pośredniego w przypadku dowolnej zależności pomiędzy wielkością mierzoną pośrednio a wielkościami, od których zależy ta wielkość.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi poprawnie narysować wykres zależności między dwiema wielkościami fizycznymi na podstawie dostarczonych danych pomiarowych.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi poprawnie narysować wykres zależności między dwiema wielkościami fizycznymi na podstawie dostarczonych danych pomiarowych. Potrafi wyznaczyć parametry dopasowania i ich niepewności w przypadku zależności liniowej.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi poprawnie narysować wykres zależności między dwiema wielkościami fizycznymi na podstawie dostarczonych danych pomiarowych. Potrafi wyznaczyć parametry dopasowania i ich niepewności w przypadku zależności liniowej lub zależności którą można zlinearyzować
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi poprawnie narysować wykres zależności między dwiema wielkościami fizycznymi na podstawie dostarczonych danych pomiarowych. Potrafi wyznaczyć parametry dopasowania i ich niepewności w przypadku zależności liniowej lub zależności którą można zlinearyzować, a także potrafi wykorzystać parametry dopasowania do dalszych obliczeń.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 9	



NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyliczyć podstawowe charakterystyki statystyczne dostarczonych danych (wartość średnią, minimum, maksimum, odchylenie standardowe)
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi wygenerować dane o rozkładzie jednostajnym z zakresu od 0 do 1 lub o rozkładzie standardowym normalnym i wyliczyć podstawowe charakterystyki statystyczne (wartość średnią, minimum, maksimum, odchylenie standardowe).
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wygenerować dane o rozkładzie jednostajnym z podanego zakresu lub o rozkładzie standardowym normalnym i wyliczyć podstawowe charakterystyki statystyczne (wartość średnią, minimum, maksimum, odchylenie standardowe).
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wygenerować dane o rozkładzie jednostajnym z podanego zakresu lub o rozkładzie normalnym o podanych parametrach i wyliczyć wartość średnią, minimum, maksimum, odchylenie standardowe, odchylenie standardowe średniej arytmetycznej, medianę.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wygenerować dane o rozkładzie jednostajnym z podanego zakresu lub o rozkładzie normalnym o podanych parametrach i wyliczyć wartość średnią, minimum, maksimum, odchylenie standardowe, odchylenie standardowe średniej arytmetycznej, medianę i inne charakterystyki dostępne w programie OriginLab. A także potrafi wykorzystać wygenerowane dane do rozwiązania jakiegoś prostego problemu metodą MonteCarlo (np. wyznaczenie liczby pi)
EFEKT KSZTAŁCENIA 10	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wczytać do programu OriginLab dane zapisane w prostym pliku ASCII przynajmniej jednym sposobem.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi wczytać do programu OriginLab dane zapisane w prostym pliku ASCII dowolnym sposobem dostępnym w programie.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wczytać do programu OriginLab dane zapisane w prostym pliku ASCII, plikach XLSX, plikach CSV przynajmniej sposobem dostępnym w programie.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wczytać do programu OriginLab dane zapisane w kilku plikach ASCII, plikach XLSX, plikach CSV, plikach o stałej szerokości kolumn dowolnym sposobem dostępnym w programie.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wczytać do programu OriginLab dane zapisane w kilku plikach ASCII, plikach XLSX, plikach CSV, plikach o stałej szerokości kolumn dowolnym sposobem dostępnym w programie według podanych z góry reguł (np. wczytanie do kolejnych kolumn w zeszycie, kolejnych zeszytów kolejnych arkuszy itp.)
EFEKT KSZTAŁCENIA 11	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.

NA OCENĘ 3.0	Student potrafi przeprowadzić interpolację i ekstrapolację dostarczonych danych przynajmniej jednym ze sposobów możliwych w programie OriginLab.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi przeprowadzić interpolację i ekstrapolację dostarczonych danych dowolnym sposobem możliwym w programie OriginLab.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz wykonać różniczkowanie i całkowanie numeryczne przynajmniej jednym sposobem możliwym w programie OriginLab.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz wykonać różniczkowanie i całkowanie numeryczne dowolnym sposobem możliwym w programie OriginLab.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz wykonać różniczkowanie i całkowanie numeryczne dowolnym sposobem możliwym w programie OriginLab. Student potrafi policzyć pole powierzchni figury ograniczonej podaną krzywą zamkniętą.
EFEKT KSZTAŁCENIA 12	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wykonać prosty wykres 2D zadanego typu (np. line, scatter, scatter+line)
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi wykonać prosty wykres 2D zadanego typu z grupy line, scatter, scatter+line, a także z grup słupkowe i kołowe, panelowe.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz wykresy złożone z kilku serii danych.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz wykresy złożone z kilku serii danych z różnymi skalami na osiach, a także wykresy panelowe.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz dokonać formatowania wykresu według narzuconych reguł.
EFEKT KSZTAŁCENIA 13	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wykonać wykres typu XYZ.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz wypełnić kolumny zeszytu danych w taki sposób, aby wykonać wykres typu 3D colour surface.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz przeprowadzić konwersję danych zapisanych z zeszytu OriginLab do macierzy OriginLab.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz wykorzystać strukturę typu macierz do tworzenia wykresów typu 3D surface i kontur.

NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz sformatować wykres według narzuconych reguł.
EFEKT KSZTAŁCENIA 14	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi przeprowadzić dopasowanie funkcji liniowej do danych pomiarowych.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie jednocześnie dla kilku serii danych na jednym wykresie.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz dopasować dowolną funkcję z listy funkcji dostępnych w OriginLab.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz rozłożyć odpowiedni wykres na sumę funkcji typu peak.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wykonać zadanie opisane w poprzednim punkcie oraz dopasować do danych własną funkcję o wielu parametrach

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 1	C1 W1	N1 N2	F1 F3 P1
EK2	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 2	W2	N1 N2	F1 F3 P1
EK3	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 3	W3 K2	N1 N2	F1 F2 F3 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK4	K1_W06 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 4	W4 K3	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK5	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 5	W5 K10	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK6	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 3	W3 K2	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK7	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 4	W4 K3 K4	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK8	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 5	W5 K10	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK9	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 6	K5	N2 N3	F1 F2
EK10	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 7	K5	N2 N3	F1 F2
EK11	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 6	K7	N2 N3	F1 F2

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK12	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 8	K8	N2 N3	F1 F2
EK13	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 9	K9	N2 N3	F1 F2
EK14	K1_W06 K1_U01 K1_U08 K1_U11 K1_K09	Cel 10	K10	N2 N3	F1 F2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Praca zbiorowa** — *Wyrażanie niepewności pomiaru. Przewodnik*, Warszawa, 1999, Główny Urząd Miar.
- [2] | **J. Kurzyk** — *Wprowadzenie do metod opracowywania danych pomiarowych*, Kraków, 2011, Wykład, materiały własne.
- [3] | **D. Turzaniecka** — *Ocena niepewności wyniku pomiarów*, Poznań, 1997, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Praca zbiorowa** — *Guide to the Expression of Uncertainty Measurement*, USA, 1995, International Organization for Standardization.
- [2] | **H. Szydłowski** — *Międzynarodowe normy oceny niepewności pomiarów*, Postępy Fizyki. nr 51 z. 2, 2000, Polskie Towarzystwo Fizyczne.

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Jan Kurzyk (kontakt: jkurzyk@pk.edu.pl)

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr Jan Kurzyk (kontakt: jkurzyk@pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....