

Szczegółowy opis zajęć
(KARTA PRZEDMIOTU)

Nazwa zajęć: Analiza wyników pomiarów

Kod zajęć: FT_Isp_13/2

Przynależność do grupy zajęć: podstawowe i kierunkowe

Rodzaj zajęć: podstawowe

Kierunek studiów: Fizyka techniczna

Poziom studiów: studia pierwszego stopnia

Profil studiów: praktyczny

Forma studiów: stacjonarne

Specjalność (specjalizacja):

Rok studiów: 1

Semestr studiów: 2

Formy prowadzenia zajęć, wraz z liczbą godzin dydaktycznych:

wykłady – 30;

laboratorium – 30;

Język/i, w którym/ch prowadzone są zajęcia: polski

Liczba punktów ECTS (zgodnie z programem studiów): 5

1. Założenia przedmiotu:

Przekazanie wiadomości dotyczących metod obliczania i wyrażania niepewności pomiarowych zgodnie z międzynarodową normą określoną w *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements* oraz statystycznych podstaw tych metod. Zapoznanie studentów z prostymi metodami dopasowania zależności do zbioru punktów pomiarowych oraz porównywania wyników pomiarów. Wykształcenie umiejętności planowania pomiarów, wyznaczania niepewności pomiarowych, raportowania i analizy wyników pomiarów oraz ich przedstawiania w zrozumiały sposób.

2. Odniesienie kierunkowych efektów uczenia się do form prowadzenia zajęć oraz sposobów weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta:

symbol	zakładane efekty uczenia się student, który zaliczył zajęcia:	formy prowadzenia zajęć	sposoby weryfikacji i oceny efektu uczenia się
Wiedza: zna i rozumie			
K1P_W07	Teorię opisującą podstawy statystyczne metod analiz niepewności pomiarowych	Wykład	Kolokwium z wykładu
K1P_W07	Metody analizy niepewności pomiarowych w pomiarach bezpośrednich i pośrednich zgodnie z normą określoną w <i>Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements</i> .	Wykład Laboratorium	Kolokwium z wykładu, sprawdzian praktyczny, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności: potrafi			
K1P_U02	Wyznaczyć niepewności pomiarowe pomiarów bezpośrednich	Wykład Laboratorium	Kolokwium z wykładu, sprawdzian praktyczny, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
K1P_U02	Wyznaczyć niepewności pomiarowe pomiarów pośrednich	Wykład Laboratorium	Kolokwium z wykładu, sprawdzian praktyczny, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
K1P_U02	Dopasować zależności liniowe do zbioru wyników pomiarów metodą regresji liniowej i regresji liniowej ważonej	Wykład Laboratorium	Kolokwium z wykładu, sprawdzian praktyczny, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
K1P_U02	Przeprowadzić proste testy zgodności wyników	Wykład	Kolokwium z wykładu, sprawdzian praktyczny,

	pomiarów	Laboratorium	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
K1P_U03	Przedstawić raport z wynikami pomiarów wraz z ich niepewnościami zgodnie z międzynarodową normą	Laboratorium	Sprawdzian praktyczny, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
K1P_K01	Samodzielnego uzupełniania wiedzy z zakresu analizy wyników pomiarów w oparciu o wskazaną literaturę i inne źródła	Wykład Laboratorium	Kolokwium z wykładu, sprawdzian praktyczny, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

3. Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się (*zgodnie z programem studiów*):

Wykłady:

1. Pomiary fizyczne i niepewności pomiarowe. Definicja pomiaru. Pojęcia błędu i niepewności pomiaru. Rodzaje błędów pomiaru. Dokładność i precyzja. Dwa modele opisu niepewności pomiarowych - model statystyczny oraz deterministyczny model niepewności maksymalnej. Międzynarodowa norma oceny niepewności pomiaru określona w *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements*.
2. Podstawowe pojęcia matematyczne niezbędne w analizie danych pomiarowych.
3. Elementy rachunku prawdopodobieństwa. Zmienna losowa – rozkład zmiennej losowej, funkcja gęstości prawdopodobieństwa, dystrybucja. Parametry rozkładu zmiennej losowej. Najczęściej spotykane rozkłady prawdopodobieństwa zmiennej losowej.
4. Wynik pomiaru jako zmienna losowa podlegające rozkładowi Gaussa. Pojęcia populacji, próby i estymacji punktowej. Cechy dobrych estymatorów. Metoda największej wiarygodności. Estymator wartości oczekiwanej - wartość średnia.
5. Estymatory wariancji i dyspersji - odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru. Dyspersja odchylenia standardowego. Odchylenie standardowe wartości średniej - niepewność pomiaru określana metodą typu A.
6. Dokładność przyrządów pomiarowych. Obliczanie niepewności pomiaru metodą typu B. Niepewność całkowita. Średnia ważona.
7. Rozkład prawdopodobieństwa wielu zmiennych losowych. Pojęcia korelacji i kowariancji. Prawo propagacji niepewności pomiarowych - niepewność pomiarów pośrednich.
8. Niepewność pomiarów pośrednich dla dużych niepewności wielkości mierzonych bezpośrednio – metody wyznaczenia rozkładu prawdopodobieństwa zmiennej losowej. Metoda zamiany zmiennych. Podstawowe informacje o symulacji metodą Monte Carlo.
9. Przedziały ufności dla rozkładu Gaussa. Rozkład Studenta. Zasady odrzucania wyników pomiarów. Niepewność standardowa rozszerzona.
10. Histogram. Zasady tworzenia histogramów. Dyspersja liczebności przedziałów histogramu. Porównywanie wyników pomiarów – testy zgodności.
11. Metoda najmniejszych kwadratów. Dopasowanie zależności liniowej do wyników pomiarów. Linearyzacja zależności nieliniowych.
12. Planowanie pomiarów bezpośrednich i pośrednich. Planowanie pomiarów na potrzeby regresji liniowej.
13. Zasady raportowania wyników pomiarów i ich niepewności zgodnie z normą międzynarodową określoną w *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements*. Zasady przedstawiania wyników na wykresach.

Laboratorium:

Ćwiczenia polegające na praktycznym zastosowaniu metod analizy danych z zakresu treści kształcenia przedstawionych na wykładzie do opracowania specjalnie przygotowanych wyników pomiarów wielkości fizycznych z wykorzystaniem komputera (wykonywane w sekcjach).

4. Opis sposobu wyznaczania punktów ECTS:

Forma aktywności	Liczba godzin / punktów ECTS
Liczba godzin zajęć, niezależnie od formy ich prowadzenia	60 / 2
Praca własna studenta 1* przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	25 / 1

Praca własna studenta 2* - opracowanie sprawozdań	30 / 1
Praca własna studenta 3* - przygotowanie do kolokwium	25 / 1
Inne**	
Suma godzin	130
Liczba punktów ECTS przypisana do zajęć	5

Objaśnienia:

* – praca własna studenta, należy wymienić formy aktywności, np. *przygotowanie do zajęć, interpretacja wyników, opracowanie raportu z zajęć, przygotowanie do egzaminu, zapoznanie się z literaturą, przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania itp.*

** – inne np. *dodatkowe godziny zajęć*

5. Wskaźniki sumaryczne:

- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów: 60/2
- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach związanych z prowadzoną w Politechnice Śląskiej działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów – w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim:
- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach kształtujących umiejętności praktyczne – w przypadku studiów o profilu praktycznym: 60/2
- liczba godzin zajęć prowadzonych przez nauczycieli akademickich zatrudnionych w Politechnice Śląskiej jako podstawowym miejscu pracy: 60
-

6. Osoby prowadzące poszczególne formy zajęć (*imię, nazwisko, stopień naukowy lub stopień w zakresie sztuki, tytuł profesora, służbowy adres e-mail*):

Dr hab. inż. Adam Michczyński, prof. Pol.Śl. Adam.Michczynski@polsl.pl – wykład, laboratorium

Dr hab. inż. Danuta J. Michczyńska, prof. Pol.Śl. Danuta.Michczynska@polsl.pl - laboratorium

7. Szczegółowy opis form prowadzenia zajęć:

1) wykłady:

- szczegółowe treści programowe:
jak w pkt. 3
- stosowane metody kształcenia, w tym metody i techniki kształcenia na odległość:
wykład z elementami dyskusji, pokazy symulacji komputerowych, prezentacja treści wykładów za pomocą platformy zdalnej edukacji, praktyczne ćwiczenia obliczeniowe (analizy wyników pomiarów) z wykorzystaniem komputerów
- forma i kryteria zaliczenia, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:
kolokwium końcowe z wykładu – odpowiedź pisemna dotycząca 6 zagadnień (pytań) z zakresu materiału prezentowanego na wykładzie
- organizacja zajęć oraz zasady udziału w zajęciach, ze wskazaniem czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa,
15 cotygodniowych wykładów, obecność na wykładach jest obowiązkowa

2) opis pozostałych form prowadzenia zajęć:

- praktyczne ćwiczenia obliczeniowe (analizy wyników pomiarów) z wykorzystaniem komputerów

8. Opis sposobu ustalania oceny końcowej (zasady i kryteria przyznawania oceny, a także sposób obliczania oceny w przypadku zajęć, w skład których wchodzi więcej niż jedna forma prowadzenia zajęć, z uwzględnieniem wszystkich form prowadzenia zajęć oraz wszystkich terminów egzaminów i zaliczeń, w tym także poprawkowych):

1. Ocena z przedmiotu jest średnią ważoną ocen uzyskanych z ćwiczeń laboratoryjnych (L), sprawdzianu praktycznego (P) i sprawdzianu z wykładu (W) wyliczonej zgodnie ze wzorem:

$$\text{Ocena końcowa} = 0,3 \cdot L + 0,4 \cdot P + 0,3 \cdot W$$

przy jednoczesnym spełnieniu warunku określonego w pkt.3.

2. Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych jest wyznaczona w oparciu o sumę punktów uzyskanych z opracowań poszczególnych zadań wykonywanych w ramach ćwiczeń. Suma punktów dzielona jest przez maksymalną liczbę możliwych do uzyskania punktów i na podstawie wyznaczonej w ten sposób wartości x ustalana jest ocena końcowa zgodnie z tabelą:

x	Ocena
$0,9 \leq x < 1$	bardzo dobry (5)
$0,8 \leq x < 0,9$	plus dobry (4,5)

$0,7 \leq x < 0,8$	dobry (4)
$0,6 \leq x < 0,7$	plus dostateczny (3,5)
$0,4 \leq x < 0,6$	dostateczny (3)
Mniej niż 0,4	niedostateczny (2)

3. Dodatkowym warunkiem otrzymania oceny pozytywnej (minimum 3) z przedmiotu jest uzyskanie oceny pozytywnej (minimum 3) z ćwiczeń laboratoryjnych (L), sprawdzianu praktycznego (P) i sprawdzianu z wykładu (W).
9. Sposób i tryb uzupełniania zaległości powstałych wskutek:
 - nieobecności studenta na zajęciach wykładowych – nie ma potrzeby specjalnej procedury uzupełniania zaległości związanych z usprawiedliwioną nieobecnością studenta na wykładzie
 - nieobecności studenta na zajęciach ćwiczeniowych (laboratoryjnych) – student jest obowiązany wykonać samodzielnie zadania wykonywane na zajęciach
 - różnic w programach studiów osób przenoszących się z innego kierunku studiów, z innej uczelni albo wznawiających studia na Politechnice Śląskiej,
sposób uzupełniania zaległości wynikających z różnic w programach studiów jest ustalany indywidualnie w zależności od zakresu tych różnic
10. Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności zajęć:
Znajomość matematyki na poziomie szkoły średniej, znajomość matematyki na poziomie I semestru studiów
11. Zalecana literatura oraz pomoce naukowe:

A. Zięba. Analiza danych w naukach ścisłych i technice. PWN, Warszawa 2013.

H. Szydłowski. Niepewności w pomiarach – międzynarodowe standardy w praktyce. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2001

P. Bilski, M. Dobies, A. Kozak, M. Makrocka-Rydzik. Materiały do ćwiczeń ze wstępu do pracowni fizycznej. Normy ISO i matematyka w laboratorium. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2014

H. Abramowicz. Jak analizować wyniki pomiarów? PWN, Warszawa 1992.

R. Nowak, Statystyka dla fizyków, PWN, Warszawa 2002
12. Opis kompetencji prowadzących zajęcia (*np. publikacje, doświadczenie zawodowe, certyfikaty, szkolenia itp. związane z treściami programowymi realizowanymi w ramach zajęć*):
 - Ukończone szkolenie pedagogiczne dla pracowników naukowo-dydaktycznych Politechniki Śląskiej
 - Ukończony kurs doskonalenia metod dydaktycznych dla pracowników Instytutu Fizyki
 - Publikacje dydaktyczne:

Michczyński A., Stypa K., Czernik J., 1998. Nieznana siła - wyniki badania znajomości pojęcia siły tarcia wśród studentów pierwszego roku. [w:] XII Konferencja Nauczanie Fizyki w Wyższych Szkołach Technicznych - materiały. Politechnika Poznańska, Ośrodek Wydawnictw Naukowych, 184-185.

Michczyński A., 1998. Nowy system organizacji ćwiczeń tablicowych z fizyki dla studentów Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej. [w:] XII Konferencja Nauczanie Fizyki w Wyższych Szkołach Technicznych - materiały. Politechnika Poznańska, Ośrodek Wydawnictw Naukowych, 186.

Michczyński A., 2000. System organizacji ćwiczeń tablicowych dla studentów Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej – cztery lata doświadczeń. [w:] XXI Konferencja Nauczanie Fizyki w Wyższych Szkołach Technicznych – materiały. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 246-248.

Pazdur A., Woźnikowska-Bezak U., **Michczyński A.**, 2000. Konkurs na pracę “Fizyka a ekologia” z perspektywy nauczania interdyscyplinarnego. [w:] XXI Konferencja Nauczanie Fizyki w Wyższych Szkołach Technicznych – materiały, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 266-269.

Bluszcz A., Bukowski R., Goslar T., **Michczyńska D.J.**, **Michczyński A.**, Pazdur A., Pazdur M.F., Rocznik M., Walanus A., 1998. Ćwiczenia w pierwszej pracowni fizycznej – skrypt. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
13. Inne informacje:
.....