

(pieczęć jednostki organizacyjnej)

KARTA PRZEDMIOTU

1) Nazwa przedmiotu: PROCEDURY POMIAROWE		2) Kod przedmiotu:		
3) Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego: 2018/2019				
4) Forma kształcenia: studia stacjonarne				
5) Poziom kształcenia: studia drugiego stopnia				
6) Kierunek studiów: AUTOMATYKA I ROBOTYKA (WYDZIAŁ AEI)				
7) Profil studiów: ogólnoakademicki				
8) Specjalność: SYSTEMY POMIAROWE				
9) Semestr: 2				
10) Jednostka prowadząca przedmiot: Instytut Automatyki (RAu1)				
11) Prowadzący przedmiot: dr inż. Witold Ilewicz				
12) Przynależność do grupy przedmiotów: przedmioty specjalnościowe				
13) Status przedmiotu: obieralny w ramach modułu				
14) Język prowadzenia zajęć: polski				
15) Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne: Zakłada się, że przed rozpoczęciem nauki niniejszego przedmiotu student posiada przygotowanie w zakresie: Analiza matematyczna, Algebra, Fizyka, Programowanie obliczeń komputerowych, Metody numeryczne, Podstawy miernictwa, Podstawy cyfrowego przetwarzania sygnałów, Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka.				
16) Cel przedmiotu: Celem przedmiotu rozszerzenie i uzupełnienie wiedzy z zakresu różnych procedury pomiarowych, których nieodłączną cechą jest algorytmiczne przetwarzanie sygnałów pomiarowych oraz podanie wyniku procedury wraz z jego niepewnością. Na przedmiocie szczegółowo analizuje się takie procedury jak procedury wzorcowania przyrządów pomiarowych o liniowej i nieliniowej charakterystyce, procedury wstępnego opracowania wyników pomiaru i przetwarzania sygnałów pomiarowych z użyciem odpornych procedur estymacji, wygładzaniem i filtrowaniem różnych sygnałów, w tym w szczególności sygnałów chromatograficznych i spektrometrycznych. Nabywa się umiejętności planowania eksperymentu dla celów procedur wzorcowania i oceny niepewności wyniku danej procedury. Prezentuje się sposoby implementacji najważniejszych procedur pomiarowych w podstawowych środowiskach programistycznych (np. Matlab, Python) i na przykładach implementacji bada się interaktywnie podstawowe własności tych procedur. Podczas laboratorium nabywa się umiejętności praktycznej implementacji i testowania różnych procedur pomiarowych zaprezentowanych na wykładzie.				
17) Efekty kształcenia:¹				
Nr	Opis efektu kształcenia	Metoda sprawdzenia efektu kształcenia	Forma prowadzenia zajęć	Odniesienie do efektów dla kierunku studiów
1.	Zna metody wzorcowania urządzeń i systemów pomiarowych o liniowych i nieliniowych charakterystykach przetwarzania	EU	WT, WM	K_W10, K_W11, K_W12
2.	Zna odpowiednie metody matematyczne niezbędne do optymalizacji procedur pomiarowych w celu ich implementacji	EU	WT, WM	K_W01, K_W03, K_U15, K_U21
3.	Potrafi zaimplementować zaawansowane procedury pomiarowe w wybranym środowisku programistycznym	SP	L	K_U07, K_U09, K_U11
4.	Potrafi optymalnie planować i przeprowadzać eksperymenty w celu wzorcowania urządzeń pomiarowych oraz potrafi oszacować niepewność wyniku pomiaru wywzorcowanym urządzeniem	SP, EU	L	K_U11, K_U07, K_U09

¹ należy wskazać ok. 5 – 8 efektów kształcenia

5.	Ma świadomość wagi dokładności pomiarów dla podejmowania decyzji ekonomicznych i dot. bezpieczeństwa	EU	WT, WM	K_K02, K_K06
----	--	----	--------	--------------

18) Formy zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin)

Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
30		30		

Treści kształcenia:

Wykład

Klasyfikacja procedur pomiarowych. Wzorcowanie bezpośrednio i pośrednio; ocena niepewności procedur wzorcowania. Sposoby utrwalenia procedur wzorcowania. Planowanie eksperymentu dla celów procedury wzorcowania. Parametry procedury wzorcowania i ich dobór.

Cenzurowanie wyników pomiarów. Model Jeffreysa dla błędów grubych. Procedury cenzurowania w oparciu o metody statystyki. Typowe procedury cenzurowania na przykładzie procedur Grubbsa i Dixona. Przykłady praktyczne procedur cenzurowania. Implementacja i interaktywna prezentacja procedur w wybranym środowisku programistycznym.

Estymacja parametrów liniowej charakterystyki przyrządu dla przypadku stałej i zmiennej wariancji zakłóceń, w tym zastosowanie metody największej wiarygodności i metody najmniejszych kwadratów oraz ważonej metody najmniejszych kwadratów. Szacowanie dokładności estymacji w postaci przedziałów ufności oraz dokładności przyrządu po wzorcowaniu. Przykłady implementacji procedur estymacji w wybranym środowisku programowania.

Estymacja nieliniowej charakterystyki przyrządu. Metody matematyczne estymacji parametrów charakterystyk nieliniowych w oparciu o przekształcenie funkcyjne i metody bezpośrednio estymacji; szacowanie niepewności wyznaczenia parametrów nieliniowych charakterystyk pomiarowych. Szacowanie niepewności pomiaru przyrządu o nieliniowej charakterystyce. Praktyczne przykłady estymacji parametrów nieliniowych charakterystyk w wybranym środowisku programistycznym na przykładzie charakterystyki termistora oraz estymacji parametrów sygnałów chromatograficznych i spektrometrycznych.

Procedury estymacji charakterystyk i sygnałów odporne na błędy grube, w tym procedury oparte na winsoryzacji, procedury Hubera, procedury medianowe oraz procedury oparte o metody ważne. Implementacja wybranych procedur w środowisku programistycznym oraz prezentacja interaktywna ich właściwości.

Procedury wygładzania sygnałów, w tym procedura Savitzky'ego – Golaya i jej właściwości, procedury oparte o metody medianowe oraz splajny wygładzające i ich właściwości. Dobór parametrów procedury wygładzających, zastosowanie kryterium Durbin – Watsona. Przykłady praktycznych implementacji wybranych procedur wygładzania i interaktywna prezentacja ich właściwości.

Różniczkowanie sygnałów i właściwości procedury różniczkowania dla rzeczywistych sygnałów obciążonych szumem pomiarowym. Sposób konstrukcji optymalnych procedur różniczkowania. Różniczkowanie z jednoczesnym wygładzaniem, wyznaczanie pochodnych wyższego rzędu. Szacowanie niepewności wyznaczenia pochodnej sygnału. Praktyczne zastosowanie procedur różniczkowania do analizy sygnałów spektrometrycznych i chromatograficznych. Implementacja wybranych algorytmów różniczkowania i interaktywna prezentacja ich właściwości.

Zasady szacowania niepewności wyników wzorcowania. Niepewność typu A i typu B. Składanie niepewności. Wyznaczanie niepewności rozszerzonej wyniku. Zastosowanie wzoru Satterthwaite'a – Welcha do szacowania liczby stopni swobody. Przenoszenie niepewności pomiarowej w pomiarach pośrednich. Zastosowanie metod Monte Carlo do szacowania niepewności procedur pomiarowych. Praktyczne przykłady szacowania niepewności dla wybranych przypadków procedur pomiarowych.

Zajęcia laboratoryjne

1. Estymacja liniowej charakterystyki przyrządu – implementacja algorytmów estymacji dla przypadków stałej i zmiennej wariancji zakłóceń; wyznaczenie przedziałów ufności; symulacja działania i oszacowanie niepewności pomiaru symulowanego przyrządu w wybranym środowisku programistycznym.
2. Estymacja nieliniowej charakterystyki przyrządu z zastosowaniem regresji nieliniowej. Implementacja algorytmów estymacji i szacowania niepewności w wybranym środowisku programistycznym. Testy algorytmów dla symulowanych i rzeczywistych sygnałów chromatograficznych i spektrometrycznych.
3. Procedury wygładzania i filtracji sygnałów – praktyczna implementacja i testy wybranych procedur.
4. Cenzurowanie wyników pomiarów – praktyczna implementacja i testy wybranych procedur.

5. Odporne procedury estymacji sygnałów – praktyczna implementacja i testy wybranych procedur.
6. Różniczkowanie sygnałów cyfrowych – praktyczna implementacja i testy wybranych procedur.

19) Egzamin: tak

20) Literatura podstawowa:

1. Piotrowski J.: Procedury pomiarowe i estymacja sygnałów, skrypt Pol.Śl. Nr 1889, Gliwice 1994.
2. Piotrowski J., Kostyrko K.: Wzorcowanie aparatury pomiarowej, PWN, Warszawa 2000.
3. Wyrażanie niepewności pomiaru. Przewodnik, Główny Urząd Miar, Warszawa 1999.
4. Piotrowski J. : Pomiarowe zastosowanie analizy sygnałów, PWN W-wa 1991.

21) Literatura uzupełniająca:

1. Zięba A.: Analiza danych w naukach ścisłych i technice, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, W-wa 2013, 2014.
2. Lyons R.G.: Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów, WkiŁ, Warszawa 1999.
3. Jaworski J. i inni: Wstęp do metrologii i techniki eksperymentu, WNT, W-wa 1992.
4. Bethea R.M. i inni: Statistical Methods for Engineers and Scientists, Marcel Dekker, INC., 1985.
5. Tumański S.: Technika Pomiarowa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007.
6. <https://www.mathworks.com/> - informacje o środowisku programowania Matlab.
7. <http://www.sagemath.org/> - informacje o środowiskach programowania w oparciu o język Python.
8. Aktualne informacje związane z przedmiotem dostępne w Internecie.

22) Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia

Lp.	Forma zajęć	Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta
1.	Wykłady	30/30
2.	Ćwiczenia	
3.	Laboratorium	30/40
4.	Projekt	
5.	Seminarium	
6.	Inne	
Suma godzin:		60/70

23. Suma wszystkich godzin: 130

24. Liczba punktów ECTS ²: 5

25. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego: 2

26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty, ćwiczenia): 3

27. Uwagi:

Zatwierdzono:

² 1 punkt ECTS – 25-30 godzin pracy student

.....
(data i podpis prowadzącego)

.....
(data i podpis Dyrektora/Kierownika podstawowej
lub międzywydziałowej jednostki organizacyjnej)