



KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PW-0000000-0155	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Teoria pomiaru		
			w j. angielskim	Measurement Theory		
Rodzaj zajęć	warsztat badacza					
Kierownik przedmiotu	Dr hab. inż. Michał Urbański		Prowadzący zajęcia	Michał Urbański		
Jednostka realizująca	Wydział Fizyki	Dyscyplina/y naukowa/e				
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	zimowy			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	26	Sumaryczna liczba ECTS	2	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	20	Dostępność dla studentów I lub II stopnia	Tak	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	1				1
	łącznie w semestrze	13				13

1. Wymagania wstępne

Matematyka

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie z następującymi aspektami i zagadnieniami procesu mierzenia:

- pomiar z punktu widzenia matematyki jest odwzorowaniem zjawisk w liczby, odwzorowanie to powinno być homomorfizmem czyli strukturze obiektów przyporządkować strukturę liczbową,
- w kwantowej teorii pomiar reprezentowany jest operatorami w przestrzeni stanów,
- w ujęciu systemowym pomiar jest transformacją sygnałów i komparacją ze wzorcem charakteryzującym mierzoną wielkość fizyczną,
- niepewność pomiaru może być opisana w modelu zarówno probabilistycznym jak i zbiorów rozmytych,
- z punktu widzenia filozofii pomiar jest jednym ze źródeł poznania.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

Wykład obejmuje następujące zagadnienia

- 1) Pomiar jest podstawowym źródłem poznania w naukach przyrodniczych. Pytamy więc o to w jakim stopniu pomiar pozwala na wierny opis rzeczywistości, jakie są ograniczenia każdej metody pomiarowej. Zarówno teoria matematyczna pomiaru, systemowa jak i kwantowa teoria pomiaru dają częściową odpowiedź.
- 2) Z punktu widzenia matematyki pomiar opisany jest jako homomorfizm struktury empirycznej w strukturę matematyczną. Taka teoria pozwala odpowiedzieć na pytanie jakie są warunki aby pomiar adekwatnie odzwierciedlał własności badanego obiektu.
- 3) Kwantowa teoria pomiarów. Pomiar opisany jest jako suma operatorów rzutowania. Pokazany będzie elementarny model pomiaru kwantowego i problemy z tego wynikające.
- 4) Pomiar polega na oddziaływaniu badanego układu fizycznego z układem fizycznym stanowiącym układ pomiarowy. Opisać to można klasycznie i kwantowo. Przyrząd pomiarowy rejestruje sygnały zgodne z



naturą fizyczną przyrządu pomiarowego. Podstawa pomiaru jest komparacja ze wzorcem.

System wzorców definiuje przestrzeń mierzonych wielkości fizycznych.

5) Systemowy opis buduje się w postaci schematów opisujących przepływ informacji pomiędzy blokami stanowiącymi istotę systemu pomiarowego:

a) blokowy schemat systemu pomiarowego składa się z komparatora i układów funkcyjnych takich jak przetworniki, filtry sumatora i komputera,

b) z punktu widzenia teorii sygnałów pomiar jest identyfikacją parametrów sygnału generowanego przez badany układ. Omówione będą wybrane elementy teorii sygnałów (zależy od przygotowania słuchaczy),

c) z punktu widzenia teorii informacji pomiar jest dekodowaniem informacji zawartej mierzonym sygnale,

d) z punktu widzenia teorii decyzji pomiar jest narzędziem podejmowania decyzji.

5) Trzy modele niepewności pomiaru: model probabilistyczny i model zbiorów rozmytych i algebraiczny.

7) Pomiar w naukach społecznych: brak wzorców materialnych i własności addytywności. Analiza pomiarów społecznych wymaga wprowadzenie skal pomiarowych.

8) Filozofia pomiaru: relacje procesów poznawczych człowieka do pomiaru

Seminarium

Uczestnicy referują techniki pomiarowe wykorzystywane w pracy doktorskiej

4. Efekty uczenia się

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
TP_W01	Zna i rozumie znaczenie pomiaru dla rozwoju cywilizacyjnego	SD_W1	ocena aktywności w trakcie zajęć
TP_W02	Zna i rozumie implikacje paradygmatu teorii pomiaru dla metodologii badań naukowych	SD_W2	ocena aktywności w trakcie zajęć
TP_W03	Zna i rozumie osiągnięcia w zakresie podstaw teorii pomiarów w zakresie tworzenia podstaw teoretycznych i technologii nauk technicznych i fizycznych	SD_W3	ocena aktywności w trakcie zajęć i praca domowa
TP_W04	Zna i rozumie najnowsze teorie dotyczące teorii pomiarów umożliwiające opracowywanie nowych technologii, produktów i procesów	SD_W5	ocena aktywności w trakcie zajęć i praca domowa
Umiejętności			
TP_U01	Potrafi wykorzystywać wiedzę z teorii pomiarów do rozwijania metod badawczych i poprawnego wnioskowania na podstawie wyników pomiarów	SD_U1	ocena aktywności w trakcie zajęć i praca domowa
TP_U02	Potrafi krytycznie analizować wyniki pomiarów i oceniać przydatność w praktyce	SD_U2	ocena aktywności w trakcie zajęć i praca domowa
TP_U03	Potrafi komunikować zastosowania teorii pomiarów w konkretnych zastosowaniach	SD_U4	ocena aktywności w trakcie zajęć i praca domowa
TP_U04	Potrafi planować system pomiarowy dla	SD_U8	ocena aktywności w



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

	własnego rozwoju		trakcie zajęć i praca domowa
Kompetencje społeczne			
TP_K01	Jest gotów do krytycznej oceny wartości pomiaru i wkładu stosowanych metod pomiaru do rozwoju reprezentowanej dyscypliny	SD_K1	ocena aktywności w trakcie zajęć

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

Ocena aktywności na zajęciach, ocena prezentacji i ocena za pracę domową opisującą system pomiarowy stosowany w pracy doktorskiej.

6. Literatura

Literatura podstawowa:

[1] Louis Narens, Abstract Measurement Theory, The MIT Press, 1985.

[2] Janusz Jaworski, Matematyczne podstawy metrologii, WNT, Warszawa 1979.

[3] Paul Busch, Pekka J Lathi, Peter Mittelstaedt, The quantum theory of measurement, Lecture Notes in Physics, Springer-Verlag, 1991

[4] Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement, ISO, <https://www.iso.org/sites/JCGM/GUM/JCGM100/C045315e-html/C045315e.html?csnumber=50461>

[5] Krantz, D.H., Luce, R.D., Suppes, P. and Tversky, A. Foundations of Measurement. Vol. 1, New York: Academic Press 1989.

[6] Michał Urbański, Opracowywanie danych doświadczalnych, https://www.if.pw.edu.pl/~murba/ODD_skrypt.pdf

Literatura uzupełniająca:

[1] Michał Urbański, Modelowanie pomiarów w algebraicznych strukturach rozmytych, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Fizyka z. 55, Warszawa, 2011.

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	30
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	10
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	20
Sumaryczny nakład pracy studenta		60
Liczba punktów ECTS		2

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)

8. Informacje dodatkowe

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1