



KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PS-000BDGH-0326	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Elastyczne drukowane systemy elektroniczne		
			w j. angielskim	Flexible printed electronic systems		
Przynależność do grupy przedmiotów	przedmioty specjalnościowe					
Koordynator przedmiotu	Prof. dr hab. inż. Małgorzata Jakubowska					
Jednostka realizująca	Wydział Mechaniczny Technologiczny	Dyscyplina/y naukowa*	Automatyka, Elektronika Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne; Inżynieria Biomedyczna; Inżynieria Materiałowa; Inżynieria Mechaniczna			
Poziom kształcenia	Kształcenie doktorantów	Semestr	zimowy/ letni			
Język zajęć	<u>polski</u>					
Forma zaliczenia:	<u>zaliczenie na ocenę</u>	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	3	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	30	Dostępność dla studentów	Tak/ <u>Nie</u>	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2		2		
	łącznie w semestrze	15		15		

* nie dotyczy warsztatu badacza

1. Wymagania wstępne
- Podstawy elektroniki – konduktancja, konduktywność, przewodność elektryczna właściwa, elementy elektroniczne rezystory, kondensatory. - Podstawy materiałoznawstwa – materiały przewodzące i dielektryczne, polimery. - Podstawy nanotechnologii: nanomateriały, nanomateriały węglowe (grafen, nanorurki węglowe).

1. Cele przedmiotu
Celem przedmiotu jest zapoznanie doktorantów z technikami elektroniki drukowanej oraz z materiałami dedykowanych tym technikom.

1. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)
Wykład
- Podstawowe pojęcia, definicje. Poligrafia a elektronika drukowana. - Elektronika drukowana kiedyś, elektronika elastyczna, elektronika polimerowa - teraz. - Zastosowania elektroniki drukowanej: układy elektroniczne, wyświetlacze, czujniki, elektronika osobista, aplikacje biomedyczne. - Techniki poligraficzne: sitodruk, druk szablonowy, druk strumieniowy, druk aerozolowy, powlekanie natryskowe, grawiura, fleksografia, druk tamponowy, powlekanie obrotowe oraz ich zastosowanie w elektronice. - Heterofazowe materiały stosowane w elektronice drukowanej, układy dyspersyjne. Atramenty i pasty. - Reologia materiałów do różnych technik elektroniki drukowanej. Lepkość i pomiary lepkości. Napięcie powierzchniowe. Znaczenie nośnika, rozpuszczalnika, fazy funkcjonalnej i surfaktantów.
Projekt
Projekt zakłada zapoznanie się doktorantów z tematyką współczesnych problemów elektroniki drukowanej oraz innowacji w dziedzinie elastycznej elektroniki, a także z laboratorium elektroniki drukowanej mieszczącym się na terenie Centrum Zaawansowanych materiałów i Technologii PW CEZAMAT. Uwzględnia wykonanie przeglądu literaturowego związanego z przydzieloną tematyką oraz zaprezentowanie wyników w postaci prezentacji. W trakcie ćwiczeń projektowych doktoranci zapoznają się w laboratorium z różnymi technikami drukarskimi, samodzielnie zaprojektują i wykonają



elastyczną strukturę elektroniczną, zbadają jej właściwości. Na koniec zostaną omówione problemy jakie napotkali doktoranci w trakcie samodzielnej pracy prowadzonej pod okiem pracowników Zespołu.

1. Efekty uczenia się			
Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SD PW	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	w stopniu umożliwiającym rewizję istniejących paradygmatów – światowy dorobek, obejmujący podstawy teoretyczne oraz zagadnienia ogólne i wybrane zagadnienia szczegółowe – właściwe dla reprezentowanej dyscypliny naukowej, w tym najnowsze osiągnięcia nauki w obszarze prowadzonych badań	SD_W2 P8S_WG	kolokwium pisemne
W02	główne trendy rozwojowe realizowanej dyscypliny naukowej oraz związane z tym metodologie badań naukowych	SD_W3 P8S_WG	kolokwium pisemne
Umiejętności			
U01	dokonywać krytycznej analizy i oceny wyników badań naukowych, działalności eksperckiej i innych prac o charakterze twórczym oraz ich wkładu w rozwój wiedzy, w szczególności ocenić przydatność i możliwość wykorzystania wyników prac teoretycznych w praktyce	SD_U2 P8S_UW	ocena projektu
U02	komunikować się na tematy specjalistyczne, właściwe dla reprezentowanej dyscypliny naukowej, w stopniu umożliwiającym aktywne uczestnictwo w krajowym oraz międzynarodowym środowisku naukowym, w tym w ramach międzynarodowych konsorcjów uczelni badawczych	SD_U4 P8S_UK	ocena prezentacji
U03	inicjować debatę oraz uczestniczyć w dyskursie naukowym oraz przytaczać właściwe argumenty w dyskusjach naukowych i debatach publicznych o różnorodnej tematyce	SD_U5 P8S_UK	ocena prezentacji
Kompetencje społeczne			
K01	uznawania znaczenia wiedzy oraz osiągnięć naukowych w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych	SD_K2 P8S_KK	ocena projektu
K02	krytycznej oceny dorobku reprezentowanej dyscypliny naukowej, w tym własnego wkładu w rozwój tej dyscypliny	SD_K1 P8S_KK	ocena prezentacji

* 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



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

1. Kryteria oceny
ocena wg skali: 3.0 (dostateczny), 3.5 (dość dobry), 4.0 (dobry), 4.5 (bardzo dobry), 5.0 (wyróżniający). Zaliczenie wykładu w formie kolokwium zaliczeniowego, zaliczenie projektu na podstawie wygłoszonego referatu i obecności oraz aktywności na seminarium.

1. Literatura
<u>Literatura podstawowa:</u> [1] M. Jakubowska, Techniki drukarskie w elektronice. Materiały i technologie, Warszawa 2013. [2] D. Gamota, Printed organic and molecular electronics, 2004 <u>Literatura uzupełniająca:</u> [1] E. Makarewicz, Stabilizacja i reologia polimerycznych układów dyspersyjnych, Bydgoszcz 2008. [2] M. Żenkiewicz, Adhezja i modyfikowanie warstwy wierzchniej tworzyw wielocząsteczkowych, Warszawa 2000.

1. Nakład pracy doktoranta 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.	15
3	Godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	30
4	godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	25
Sumaryczny nakład pracy doktoranta		100
Liczba punktów ECTS		3

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