

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

| | | | | | | |
|------------------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------|--|--------------|------------|
| Kod przedmiotu | 4606-PS-0000000-0268 | Nazwa przedmiotu | w j. polskim | Elastyczne drukowane systemy elektroniczne | | |
| | | | w j. angielskim | Flexible printed electronic systems | | |
| Przynależność do grupy przedmiotów | przedmioty specjalnościowe | | | | | |
| Koordinator przedmiotu | Prof. dr hab. inż. Małgorzata Jakubowska | | | | | |
| Jednostka realizująca | Wydział Mechatroniki | Dyscyplina/y naukowa* | | | | |
| | | | | | | |
| Poziom kształcenia | Kształcenie doktorantów | Semestr | zimowy/letni | | | |
| Język zajęć | polski | | | | | |
| Forma zaliczenia: | zaliczenie na ocenę | Sumaryczna liczba godzin w semestrze | 30 | Sumaryczna liczba ECTS | 3 | |
| Minimalna liczba uczestników | 10 | Maksymalna liczba uczestników | 30 | Dostępność dla studentów | Tak/Nie | |
| 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 |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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

| 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)