**KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kod przedmiotu | | 4606-PS-000BDGH-0013 | | | Nazwa przedmiotu | | | w j. polskim | | | **Elastyczne drukowane systemy elektroniczne** | | | | |
| w j. angielskim | | | **Flexible printed electronic systems** | | | | |
| Przynależność do grupy przedmiotów | | specjalnościowe | | | | | | | | | | | | | |
| Koordynator przedmiotu | | *Prof. dr hab. inż. Małgorzata Jakubowska* | | | | | | | | | | | | | |
| Jednostka realizująca | | Wydział Mechatroniki | | | Dyscyplina/y naukowa\* | | | Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika  Inżynieria Biomedyczna  Inżynieria Materiałowa  Inżynieria Mechaniczna | | | | | | | |
| Poziom kształcenia | | | Kształcenie doktorantów | | | Semestr | | | zimowy/letni | | | | | | | |
| Język zajęć | | | polski/angielski | | | | | | | | | | | | | |
| Forma zaliczenia: | | | zaliczenie/ zaliczenie na ocenę/egzamin | | | 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 | | | | |
| * 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 | | | | |
|  | | | | |
| 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 | | | | |
| Literatura podstawowa:  [1]  M. Jakubowska, Techniki drukarskie w elektronice. Materiały i technologie, Warszawa 2013.  [2]  D. Gamota, Printed organic and molecular electronics, 2004  Literatura uzupełniająca:  [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 | | | | |