



IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Kod przedmiotu | M#1-S1-IST-311a |
| Nazwa przedmiotu | Podstawy nanotechnologii |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Basics of nanotechnology |
| Obowiązuje od roku akademickiego | 2020/2021 |

USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

| | |
|----------------------------------|---|
| Kierunek studiów | INŻYNIERIA ŚRODKÓW TRANSPORTU |
| Poziom kształcenia | I stopień |
| Profil studiów | ogólnoakademicki |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | studia stacjonarne |
| Zakres | wszystkie |
| Jednostka prowadząca przedmiot | Katedra Mechaniki |
| Koordinator przedmiotu | dr hab. inż. Monika Madej, prof. PŚk |
| Zatwierdził | |

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

| | |
|---|-----------------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów | przedmiot podstawowy |
| Status przedmiotu | wybieralny |
| Język prowadzenia zajęć | polski |
| Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr | semestr 3 |
| Wymagania wstępne | |
| Egzamin (TAK/NIE) | NIE |
| Liczba punktów ECTS | 2 |

| Forma prowadzenia zajęć | wykład | ćwiczenia | laboratorium | projekt | seminarium |
|---------------------------|-----------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin w semestrze | 15 | | 15 | | |

EFEKTY UCZENIA SIĘ

| Kategoria | Symbol efektu | Efekty kształcenia | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|-----------------------|---------------|---|-------------------------------------|
| Wiedza | W01 | Posiada wiedzę niezbędną do organizowania pracy zgodnie z przepisami BHP, ochrony środowiska i ergonomii. | IST1_W03 |
| | W02 | Ma wiedzę w zakresie fizyki (w tym: mechaniki, termodynamiki i mechaniki płynów) i chemii. | IST1_W02 |
| | W03 | Ma podstawową wiedzę w zakresie podstaw konstrukcji maszyn, podstaw techniki cieplnej, materiałoznawstwa i wytrzymałości materiałów dla formułowania i rozwiązywania prostych problemów technicznych w transporcie | IST1_W05 |
| | W04 | Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu elektroniki, budowy i własności oraz badań źródeł napędu środków transportu oraz paliw w tym alternatywnych. | IST1_W11 |
| Umiejętności | U01 | Potrafi korzystać ze źródeł literaturowych polskich i obcojęzycznych w wersji drukowanej i elektronicznej, w tym w Internecie i z baz danych oraz narzędzi komunikacji elektronicznej, integrować je, dokonać ich interpretacji, w celu wyrażania swoich opinii i uwag. | IST1_U01 |
| | U02 | Potrafi zorganizować stanowisko pracy oraz obsługiwać przyrządy, urządzenia i maszyny zgodnie z zasadami zachowania bezpieczeństwa, ochrony środowiska, ergonomii i przepisów ppoż. | IST1_U03 |
| | U03 | Potrafi poprawnie i zrozumiale wypowiadać się na dany temat (w mowie i w piśmie), potrafi dokonać analizy i syntezy uzyskanych wyników badań i pomiarów; potrafi prowadzić dokumentację techniczną. | IST1_U04 |
| | U04 | Potrafi dobrać aparaturę i zbudować prosty układ pomiarowy z wykorzystaniem standardowych urządzeń pomiarowych, zgodnie z zadanym schematem i specyfikacją. | IST1_U09 |
| Kompetencje społeczne | K01 | Potrafi pracować samodzielnie i współpracować w zespole nad wyznaczonym zadaniem. | IST1_K01 |
| | K02 | Samodzielnie uzupełnia i poszerza wiedzę w zakresie nowoczesnych procesów i technologii w transporcie. | IST1_K02 |
| | K03 | Ma świadomość ważności i zrozumienie do pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na bezpieczeństwo innych ludzi oraz wpływu na środowisko naturalne człowieka i związanej z tymi zagadnieniami odpowiedzialności. | IST1_K03 |

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć* | Treści programowe |
|--------------|--|
| wykład | <p>1. Historia nanotechnologii. Rozwój i budowa aparatury stosowanej w nanotechnologii. Nanotechnologie – klasyfikacja obszarów badawczych i aplikacyjnych. Przykłady procesów zachodzących w przyrodzie w skali „nano”.</p> <p>2. Nanotechnologia w zagadnieniach:</p> <ol style="list-style-type: none"> obserwacja struktur, budowa i działanie aparatury pomiarowej, właściwości nanomateriałów, wytwarzanie nanostruktur, budowa i rodzaje urządzeń w skali nano. <p>3. Korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania nanotechnologii. Podstawowe metody wytwarzania nanomateriałów.</p> |

| | |
|--------------|---|
| | 4. Sposoby otrzymywania nanoproszków i nanokompozytów: ziarnistych, warstwowych, włóknistych, zero wymiarowych, jednowymiarowych i trójwymiarowych. Właściwości nanomateriałów. |
| | 5. Zapoznanie się z budową, zasadami działania urządzeń i procesami wytwarzania warstw wierzchnich i powłok następującymi technikami: a) implantacji jonowej, b) fizycznego osadzania z fazy gazowej PVD, c) chemicznego osadzania z fazy gazowej CVD, d) osadzania warstw atomowych ALD. |
| | 6. Nanostruktury węglowe – właściwości, otrzymywanie i przykłady zastosowań w technice. |
| | 7. Rozwój nanotechnologii w Polsce i na świecie. |
| laboratorium | 1. Modelowanie nanostruktur. Dobór technik wytwarzania w zależności od funkcji eksploatacyjnej. |
| | 2. Dobór parametrów wytwarzania warstw wierzchnich i powłok techniką PVD. Fizyczne osadzanie z fazy gazowej PVD. |
| | 3. Dobór parametrów wytwarzania warstw wierzchnich i powłok techniką CVD. Chemiczne osadzanie z fazy gazowej CVD. |
| | 4. Dobór parametrów wytwarzania warstw wierzchnich i powłok techniką PACVD. Chemiczne osadzanie z fazy gazowej ze wspomaganie plazmą PACVD. |
| | 5. Dobór parametrów wytwarzania warstw wierzchnich i powłok techniką ALD. Osadzanie warstw atomowych ALD. |
| | 6. Obserwacja nanostruktur z wykorzystaniem aparatury pomiarowej. |
| | 7. Badanie właściwości nanomateriałów ceramicznych metodą EDS i SEM. Pomiary właściwości: a) reologicznych, b) mechanicznych, c) tribologicznych. |

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X) | | | | | |
|---------------|--|-----------------|-----------|---------|--------------|------|
| | Egzamin ustny | Egzamin pisemny | Kolokwium | Projekt | Sprawozdanie | Inne |
| W01 | | | x | | | |
| W02 | | | x | | | |
| W03 | | | x | | | |
| W04 | | | x | | | |
| U01 | | | | | x | |
| U02 | | | | | x | |
| U03 | | | | | x | |
| U04 | | | | | x | |
| K01 | | | x | | | |
| K02 | | | x | | | |
| K03 | | | | | x | |

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

| Forma zajęć* | Forma zaliczenia | Warunki zaliczenia |
|--------------|---------------------------|---|
| wykład | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium w trakcie zajęć |
| laboratorium | zaliczenie z oceną | np. Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium w trakcie zajęć |

NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Bilans punktów ECTS | | | | | | | |
|---------------------|--|---------------------|---|----|---|---|-----------|
| Lp. | Rodzaj aktywności | Obciążenie studenta | | | | | Jednostka |
| | | W | C | L | P | S | |
| 1. | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów | 15 | | 15 | | | h |
| 2. | Inne (konsultacje, egzamin) | 2 | | 2 | | | h |
| 3. | Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 34 | | | | | h |
| 4. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 1,4 | | | | | ECTS |
| 5. | Liczba godzin samodzielnej pracy studenta | 16 | | | | | h |
| 6. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy | 0,6 | | | | | ECTS |
| 7. | Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym | 25 | | | | | h |
| 8. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym | 1 | | | | | ECTS |
| 9. | Sumaryczne obciążenie pracą studenta | 50 | | | | | h |
| 10. | Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i> | 2 | | | | | |

LITERATURA

1. Balzani V., Credi A., Venturi M., Molecular devices and machines : concepts and perspectives for the nanoworld, Weinheim : Wiley-VCH, cop. 2008.
2. J. Pacyna, Metaloznawstwo: wybrane zagadnienia, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2005.
3. S.J. Bull, D.G. Bhat, M.H. Staia, Properties and performance of commercialTiCNcoatings, Surface and Coatings Technology 163-164 (2003) 507-514.
4. M. Wysiecki, Nowoczesne materiały narzċdziowe, WNT, Warszawa 1997.
5. T. Burakowski, A. Mazurkiewicz, K. Miernik, J. Smolik, J. Walkowicz, Stan obecny i kierunki rozwoju technologii przeciwzułyciowych, Tribologia 5 (2000) 877-899.
6. D. Sheeja, B.K. Tay, K.W. Leong, C.H. Lee, Effect of film thickness on the stress and adhesion of diamond-likecarboncoatings, Diamond and Related Materials 11 (2002) 1643-1647.