

**KARTA PRZEDMIOTU**

| | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Kod przedmiotu | studia stacjonarne: | M#2-S1-MiBM-207b |
| | studia niestacjonarne: | M#2-N1-MiBM-205b |
| Nazwa przedmiotu | Podstawy nanotechnologii | |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Fundamentals of Nanotechnology | |
| Obowiązuje od roku akademickiego | 2024/2025 | |

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

| | |
|----------------------------------|--|
| Kierunek studiów | MECHANIKA I BUDOWA MASZYN |
| Poziom kształcenia | I stopień |
| Profil studiów | ogólnoakademicki |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | Studia stacjonarne i niestacjonarne |
| Zakres | wszystkie |
| Jednostka prowadząca przedmiot | Katedra Eksploatacji, Technologii Laserowych i Nanotechnologii |
| Koordynator przedmiotu | dr hab. inż. Monika Madej, prof. PŚk |
| Zatwierdził | dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn |

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

| | | |
|--|-----------------------------|-------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów | Przedmiot kierunkowy | |
| Status przedmiotu | Wybieralny | |
| Język prowadzenia zajęć | Polski | |
| Usytuowanie w planie studiów - semestr | studia stacjonarne | Semestr II |
| | studia niestacjonarne | Semestr II |
| Wymagania wstępne | | |
| Egzamin (TAK/NIE) | NIE | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | |

| Forma prowadzenia zajęć | | wykład | ćwiczenia | laboratorium | projekt | inne |
|---------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------|---------|------|
| Liczba godzin w semestrze | studia stacjonarne: | 15 | | 15 | | |
| | studia niestacjonarne: | 9 | | 9 | | |

EFEKTY UCZENIA SIĘ



| Kategoria | Symbol efektu | Efekty kształcenia | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|-----------------------|---------------|---|-------------------------------------|
| Wiedza | W01 | Ma wiedzę w zakresie fizyki (w tym: mechaniki, termodynamiki i mechaniki płynów) i chemii. | MiBM1_W02 |
| | W02 | Ma wiedzę z zakresu mechatroniki, elektrotechniki, elektroniki, automatyki dla formułowania i rozwiązywania prostych problemów technicznych. | MiBM1_W04 |
| | W03 | Ma wiedzę na temat nowoczesnych materiałów inżynierskich oraz metod ich badań. | MiBM1_W08 MiBM1_W10 |
| | W04 | Ma wiedzę na temat inżynierii powierzchni (w tym: modelowania warstwy wierzchniej, oceny stanu i trwałości powierzchni oraz badań tribologicznych). | MiBM1_W17 |
| | W05 | Posiada wiedzę niezbędną do organizowania pracy zgodnie z przepisami BHP. | MiBM1_W19 |
| Umiejętności | U01 | Potrafi korzystać z literatury polskiej i obcojęzycznej oraz pozyskiwać wiedzę z innych źródeł. | MiBM1_U03 |
| | U02 | Potrafi zorganizować stanowisko, obsługiwać przyrządy, urządzenia i maszyny zgodnie z obowiązującymi zasadami zachowania bezpieczeństwa. | MiBM1_U08 MiBM1_U11 |
| | U03 | Potrafi dokonać wyboru odpowiedniego materiału do pełnionej funkcji eksploatacyjnej, klasyfikować procesy zużyciowe i sposoby ich minimalizacji. | MiBM1_U14 |
| | U04 | Rozumie konieczność przestrzegania zasad bhp, etyki zawodowej. Potrafi planować i organizować sobie pracę. Potrafi pracować w grupie, działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy. | MiBM1_U17 MiBM1_U20 |
| Kompetencje społeczne | K01 | Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy oraz konieczności pozyskiwania nowych informacji zarówno z literatury, jak i od ekspertów z dziedziny mechaniki i budowy maszyn. | MiBM1_K01 |
| | K02 | Ma świadomość konsekwencji działalności inżynierskiej, jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje. | MiBM1_K02 |
| | K03 | Ma świadomość konieczności rozwoju osobistego i rozumie potrzebę stałego uzupełniania wiedzy z nauki o materiałach w celu podnoszenia swoich kwalifikacji zawodowych. | MiBM1_K03 |

TRZĘCI PROGRAMOWE





| Forma zajęć* | Treści programowe |
|--------------|---|
| wykład | Historia nanotechnologii – przełomowe koncepcje, wynalazki, odkrycia. Nanotechnologia – klasyfikacja obszarów badawczych i aplikacyjnych. Przykłady procesów zachodzących w przyrodzie w skali „nano”. Klasyfikacja nanomateriałów: nanometale, nanoproszki, nanospieki ceramiczne, nanowłókna, nano strukturalne powłoki i warstwy wierzchnie. Nanomateriały i kompozyty funkcjonalne o zaawansowanych właściwościach fizykochemicznych i użytkowych – sposoby otrzymywania. Nanostruktury węglowe (grafen, nanorurki, fulereny, nanowłókna, nanocebunki, nanorożki) - właściwości, otrzymywanie i przykłady zastosowań w budowie maszyn. Budowa oraz zasada działania urządzeń wykorzystywanych do wytwarzania nanowarstw wierzchnich i powłok – osadzenie warstw atomowych, implantacja jonowa. Budowa, zasada działania i możliwości obrazowania za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej. Korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania nanotechnologii w mechatronice oraz budowie maszyn. Perspektywy rozwoju nanotechnologii (kierunki i ograniczenia). |
| laboratorium | Przygotowanie próbek do procesów technologicznych. Dobór rodzaju nanowarstw i nanopowłok, parametrów ich osadzania w zależności od pełnionej funkcji eksploatacyjnej. Osadzanie nanowarstw techniką warstw atomowych - ALD. Obserwacje morfologii oraz analiza składu chemicznego przy użyciu skaningowej mikroskopii elektronowej. Analiza struktury geometrycznej powierzchni. Badania mechaniczne w skali nano: twardość instrumentalna, adhezja. Ocena wpływu osadzonych powłok na właściwości tribologiczne. |

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 | | | |
| W05 | | | 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 | Osiągnięcie min. 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego |
| laboratorium | zaliczenie z oceną | Osiągnięcie min. 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego. Pozytywne zaliczenie sprawozdań |

NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Bilans punktów ECTS | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|---------------------|---|----|---|---|-----------------------|---|---|---|---|-----------|
| Lp. | Rodzaj aktywności | Obciążenie studenta | | | | | | | | | | Jednostka |
| | | studia stacjonarne | | | | | studia niestacjonarne | | | | | |
| | | W | C | L | P | S | W | C | L | P | S | |
| 1. | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów | 15 | | 15 | | | 9 | | 9 | | | h |
| 2. | Inne (konsultacje, egzamin) | 2 | | 2 | | | 2 | | 2 | | | h |
| 3. | Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 34 | | | | | 22 | | | | | h |
| 4. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 1,4 | | | | | 0,9 | | | | | ECTS |
| 5. | Liczba godzin samodzielnej pracy studenta | 16 | | | | | 28 | | | | | h |
| 6. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy | 0,6 | | | | | 1,1 | | | | | ECTS |
| 7. | Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym | 25 | | | | | 25 | | | | | h |
| 8. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym | 1,0 | | | | | 1,0 | | | | | ECTS |
| 9. | Sumaryczne obciążenie pracą studenta | 50 | | | | | 50 | | | | | h |
| 10. | Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i> | 2 | | | | | | | | | | ECTS |

LITERATURA



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



1. Sheeja D., Tay B.K., Leong K.W., Lee C.H.: Effect of film thickness on the stress and adhesion of diamond-like carbon coatings. *Diamond and Related Materials* 11, 1643-1647, 2002.
2. Small Wonders, Endless Frontiers: A Review of the National Nanotechnology Initiative, National Academies Press (US) 2002.
3. Bull S.J., Bhat D. G., Staia M.H.: Properties and performance of commercial TiCN coatings, *Surface and Coatings Technology* 163-164, 507-514, 2003.
4. Balzani V., Credi A., Venturi M.: *Molecular devices and machines : concepts and perspectives for the nanoworld*. Weinheim: Wiley-VCH, 2008.
5. Kubiński W.: *Materiałoznawstwo. Tom 1. Podstawowe materiały stosowane w technice*. Wyd. AGH, Kraków 2012.
6. Mądziel M., Nanotechnology as a future of road transport development. *Autobusy*, 17, 12, 2016.
7. Krzyńska A., Kaczorowski M.: *Konstrukcyjne materiały metalowe, ceramiczne i kompozytowe*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2020.
8. Li H., Lv S., Fang Y.: Bio-inspired micro/nanostructures for flexible and stretchable electronics. *Nano Research*, 13(5): 1244–1252, 2020.
9. Kan C.W., Lam Y.L.: Future Trend in Wearable Electronics in the Textile Industry. *Applied Science*, 11, 1-17, 2021.



Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice
Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki”
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23



Wydział Mechatroniki
i Budowy Maszyn