



KARTA PRZEDMIOTU

| | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Kod przedmiotu | studia stacjonarne: | M#1-S1-MiBM-211a |
| | studia niestacjonarne: | M#1-N1-MiBM-210a |
| Nazwa przedmiotu | Mikro/nanotechnika | |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Mikro/nanotechnology | |
| Obowiązuje od roku akademickiego | 2022/2023 | |

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 Inżynierii Eksploatacji i Przemysłowych Systemów Laserowych |
| Koordinator przedmiotu | dr hab. inż. Monika Madej, prof. PŚk |
| Zatwierdził | |

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

| | | |
|--|---------------------------------------|-------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów | Przedmiot kształcenia ogólnego | |
| 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) | TAK | |
| Liczba punktów ECTS | 3 | |

| 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 | Student posiada wiedzę potrzebną do organizowania pracy zgodnie z przepisami BHP | MiBM1_W04 |
| | W02 | Ma podstawową wiedzę w zakresie nanotechnologii oraz mikro- i nanotechniki, ze szczególnym uwzględnieniem ich zastosowania w mechanice i budowie maszyn. | MiBM1_W13 |
| | W03 | Ma wszechstronną wiedzę na temat inżynierii powierzchni obejmująca różnorodne zagadnienia z tym związane, np. modelowanie warstwy wierzchniej, ocena stanu i trwałości powierzchni, badania tribologiczne | MiBM1_W22 |
| Umiejętności | U01 | Potrafi wykonywać pomiary podstawowych wielkości geometrycznych, mechanicznych oraz elektrycznych i innych związanych z procesem wytwarzania części maszyn, potrafi interpretować uzyskane wyniki, analizować niepewność pomiaru i wyciągać wnioski | MiBM1_U11 |
| | U02 | Potrafi wykorzystać metody analityczne, numeryczne, symulacyjne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich z zakresu mechaniki i budowy maszyn, potrafi odpowiednio zinterpretować i wykorzystać wyniki eksperymentu | MiBM1_U12 |
| | U03 | Student potrafi dobrać odpowiednie materiały inżynierskie, dla zapewnienia poprawnej eksploatacji maszyny | MiBM1_U14 |
| Kompetencje społeczne | K01 | Ma świadomość znaczenia i rozumie powiązania pomiędzy działalnością inżynierską a pozatechniczną, w aspekcie skutków oddziaływania na środowisko i odpowiedzialności za podejmowane decyzje | MiBM1K03 |
| | K02 | Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy ze zrozumieniem potrzeb społeczeństwa i praw rządzących środowiskiem naturalnym | MiBM1_K05 |
| | K03 | Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej i rozumie potrzebę przekazywania opinii publicznej w sposób zrozumiały informacji dotyczących osiągnięć związanych z kierunkiem studiów mechanika i budowa maszyn | MiBM1_K06 |

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć* | Treści programowe |
|--------------|--|
| wykład | Pojęcie mikro/nanotechniki, geneza mikro/nanotechniki, definicje, sytuacja na świecie, trendy rozwojowe, znaczenie mikro/nanotechniki zastosowanych w budowie maszyn i urządzeń. Zagadnienia materiałowe, fulereny, nanorurki, polimery, nanokompozyty w mikro/nanotechnice, techniki wytwarzania, mikro/nanomachining. Mikro/nanourządzenia i ich zastosowanie. Budowa oraz zasady działania. Podstawy adaptroniki i biomimetyki, mikro/nanostruktury biologiczne, nanosilniki biologiczne obrotowe i liniowe. Podstawowe urządzenia do badań w skali mikro/nano: mikroskop konfokalnym z trybem interferometrycznym, AFM, nanotwardościomierze, mikro/nanoscratch tester, inne urządzenia badawcze, zastosowania. Budowa i ich działanie. Zastosowania mikro/nanourządzeń w życiu codziennym, technikach badawczych oraz mechanice i budowie maszyn w różnych przemysłach. |

| | |
|--------------|--|
| laboratorium | Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych, narzędzia i środowisko badawcze mikro/nanotechniki. Podstawowe metody, budowa i działanie aparatury do badań struktury w skali nano (mikroskopia sił atomowych AFM, mikroskopia konfokalna z trybem interferometrycznym, mikroskopia SEM). Podstawowe metody, budowa i działanie aparatury do badań tribologicznych. Podstawowe metody, budowa i działanie aparatury do badań właściwości mechanicznych w skali nano: twardość, adhezja. Badania właściwości tribologicznych w nanoskali. Badania mikro/nanostruktur: mikroskopia konfokalna z trybem interferometrycznym, mikroskopia AFM, skaningowa mikroskopia elektronowa. Badania mechaniczne w skali nano: twardość, adhezja. Badanie zdolności adhezyjnej i stanu energetycznego powierzchni: zwilżalność, energia powierzchniowa, adhezja. |
|--------------|--|

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 | x | | | |
| W03 | | x | x | | x | |
| U01 | | | | | x | |
| U02 | | | | | x | |
| U03 | | x | x | | x | |
| K01 | | | x | | | |
| K02 | | | x | | | |
| K03 | | | | | x | |

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

| Forma zajęć* | Forma zaliczenia | Warunki zaliczenia |
|--------------|--------------------|---|
| wykład | egzamin | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z egzaminu |
| ćwiczenia | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwίων w trakcie zajęć |

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) | 4 | | 2 | | | 4 | | 2 | | | h |
| 3. | Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 36 | | | | | 24 | | | | | h |
| 4. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 1,4 | | | | | 1,0 | | | | | ECTS |
| 5. | Liczba godzin samodzielnej pracy studenta | 39 | | | | | 51 | | | | | h |

| | | | | |
|-----|--|----------|-----|------|
| 6. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy | 1,6 | 2,0 | ECTS |
| 7. | Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym | 38 | 38 | h |
| 8. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym | 1,5 | 1,5 | ECTS |
| 9. | Sumaryczne obciążenie pracą studenta | 75 | 75 | h |
| 10. | Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i> | 3 | | ECTS |

LITERATURA

1. Nanonauki i nanotechnologie' praca zbiorowa pod red. Adama Mazurkiewicza (wersja elektroniczna), Instytut Technologii Eksploatacji ITEE - PIB / 2007
2. K. Kurzydłowski, M. Lewandowska :Nanomateriały inżynierskie – konstrukcyjne i funkcjonalne” Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2010
3. Nanoscale Science and Technology, eds. R.W. Kelsall, I.W.Hamley, M.Geoghegan.John Wiley & Sons Ltd, Chichester 2005.
4. Handbook of Nanotechnology, ed,. Bushan, Springer Science + Biznes Media. Springer Berlin Heidelberg, New York 2007
5. Kapuścik A. Produkcja w skali „nano”. Inspektor Pracy 2006, 10, 11-13
6. Rymuza Z.: Konstrukcja i eksploatacja mikrołożysk ślizgowych, Rozdział w monografii pod redakcją Ozimina D.: Tarcie, zużycie, smarowanie wybranych węzłów tribologicznych, 2013, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, ss. 66-78
7. Rymuza Z.: Tribology of Miniature Systems, w: Encyclopedia of Tribology, eds. Wang Q. Jane, Chung Yip-wah, 2013
8. Shannon, Robert R. and Ford, Brian J.. "Microscope". *Encyclopedia Britannica*, Invalid Date, <https://www.britannica.com/technology/microscope>, Accessed 15 May 2021
9. Chi-Wai Kan, Yin-Ling Lam, Future Trend in Wearable Electronics in the Textile Industry, Applied Science, 11, 2021, pp. 1-17.