

**KARTA PRZEDMIOTU**

|                                      |                              |                          |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Kod przedmiotu                       | studia stacjonarne:          | <b>M#2-S1-AiR-AP-411</b> |
|                                      | studia niestacjonarne:       | <b>M#2-N1-AiR-AP-509</b> |
| Nazwa przedmiotu                     | <b>Roboty przemysłowe II</b> |                          |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | <b>Industrial Robots II</b>  |                          |
| Obowiązuje od roku akademickiego     | <b>2025/2026</b>             |                          |

**USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW**

|                                  |                                                                                          |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kierunek studiów                 | <b>AUTOMATYKA I ROBOTYKA</b>                                                             |
| Poziom kształcenia               | <b>I stopień</b>                                                                         |
| Profil studiów                   | <b>Ogólnoakademicki</b>                                                                  |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | <b>Studia stacjonarne i niestacjonarne</b>                                               |
| Zakres                           | <b>Automatyka Przemysłowa</b>                                                            |
| Jednostka prowadząca przedmiot   | <b>Katedra Automatyki i Robotyki</b>                                                     |
| Koordynator przedmiotu           | <b>dr hab. inż. Leszek Płonecki, prof. PŚk</b>                                           |
| Zatwierdził                      | <b>dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn</b> |

**OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU**

|                                          |                       |                                  |
|------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów |                       | <b>Przedmiot specjalnościowy</b> |
| Status przedmiotu                        |                       | <b>Obowiązkowy</b>               |
| Język prowadzenia zajęć                  |                       | <b>Polski</b>                    |
| Usytuowanie w planie studiów - semestr   | studia stacjonarne    | <b>4</b>                         |
|                                          | studia niestacjonarne | <b>5</b>                         |
| Wymagania wstępne                        |                       |                                  |
| Egzamin (TAK/NIE)                        |                       | <b>Tak</b>                       |
| Liczba punktów ECTS                      |                       | <b>5</b>                         |

| Forma prowadzenia zajęć          |                        | wykład    | ćwiczenia | laboratorium | projekt | inne |
|----------------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------|---------|------|
| <b>Liczba godzin w semestrze</b> | studia stacjonarne:    | <b>30</b> |           | <b>30</b>    |         |      |
|                                  | studia niestacjonarne: | <b>18</b> |           | <b>18</b>    |         |      |



**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

| Kategoria    | Symbol efektu | Efekty kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|--------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Wiedza       | W01           | Ma zaawansowaną wiedzę z wybranych działów matematyki, obejmującą algebrę, analizę, probabilistykę oraz elementy matematyki dyskretnej i stosowanej, w tym wiedzę niezbędną do stosowania zaawansowanych metod numerycznych w analizie i optymalizacji systemów robotyki przemysłowej o wysokim stopniu złożoności.                                                                                                       | AiR1_W01                            |
|              | W02           | Ma rozbudowaną i szczegółową wiedzę w zakresie modelowania i symulacji złożonych procesów w zaawansowanych systemach robotów przemysłowych, w tym w zakresie projektowania i optymalizacji układów wieloosiowych, a także zastosowania zaawansowanych elementów pneumatycznych, hydraulicznych i mechatronicznych w robotyce przemysłowej.                                                                                | AiR1_W10                            |
|              | W03           | Posiada specjalistyczną wiedzę dotyczącą budowy, programowania i sterowania robotów przemysłowych, w tym robotów współpracujących (cobotów) oraz autonomicznych, a także orientuje się w najnowszych trendach technologicznych, takich jak sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe w robotyce przemysłowej.                                                                                                             | AiR1_W11                            |
| Umiejętności | U01           | Potrafi opracowywać i stosować zaawansowane metody oraz modele matematyczne, a także korzystać z symulacji komputerowych do analizy, optymalizacji i diagnostyki systemów robotów przemysłowych. Potrafi planować oraz przeprowadzać złożone eksperymenty, interpretować wyniki, wyciągać wnioski oraz wdrażać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne w rozwiązywaniu skomplikowanych problemów inżynierskich. | AiR1_U06                            |
|              | U02           | Potrafi wykorzystywać zaawansowane środowiska programistyczne, symulatory i narzędzia wspomagające projektowanie w celu tworzenia i optymalizacji systemów robotyki przemysłowej. Posiada umiejętność programowania w językach wysokiego poziomu i implementacji zaawansowanych algorytmów sterowania dla robotów przemysłowych i autonomicznych.                                                                         | AiR1_U07                            |
|              | U03           | Umie programować i konfigurować zaawansowane roboty przemysłowe, w tym roboty wielozadaniowe, roboty mobilne oraz roboty dedykowane do pracy w dynamicznie zmieniającym się środowisku produkcyjnym. Potrafi integrować zaawansowane systemy robotyczne z istniejącymi procesami przemysłowymi.                                                                                                                           | AiR1_U14                            |



|                       |     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |
|-----------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Kompetencje społeczne | K01 | Jest przygotowany do pełnienia ról zawodowych związanych z zaawansowaną robotyką przemysłową, przestrzegania zasad etycznych oraz dbania o dorobek i tradycje zawodu inżyniera automatyki i robotyki na najwyższym poziomie profesjonalizmu.                              | AiR1_K06 |
|                       | K02 | Jest świadomy konieczności ciągłego poszerzania swojej wiedzy w dziedzinie zaawansowanej robotyki przemysłowej oraz korzystania z literatury fachowej, danych badawczych i konsultacji z ekspertami w celu rozwiązywania złożonych problemów technicznych i projektowych. | AiR1_K01 |

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| Forma zajęć  | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | Ogólne omówienie zagadnień mechaniki manipulatora i celów rozwiązywania zadań mechaniki. Pozycja i orientacja narzędzia lub przedmiotu. Relacje pomiędzy współrzędnymi w różnych układach. Macierz obrotu, macierz przekształcenia jednorodnego i ich wykorzystanie w analizie kinematyki manipulatora. Arytmetyka przekształceń. Kinematyka manipulatora: współrzędne kartezjańskie i konfiguracyjne, wymiarowanie schematu kinematycznego za pomocą współrzędnych Denavita-Hartenberga, macierz przekształcenia jednorodnego dla notacji Denavita-Hartenberga, zapis pozycji i orientacji członu roboczego w postaci iloczynu macierzy transformacji współrzędnych. Zadanie proste kinematyki: sformułowanie zadania we współrzędnych konfiguracyjnych, a rozwiązanie we współrzędnych kartezjańskich, wyznaczenie położenia i orientacji członu roboczego oraz jego prędkości i przyspieszenia w zależności od współrzędnych konfiguracyjnych oraz ich pochodnych względem czasu. Przykłady rozwiązań prostego zadania kinematyki. Zadanie odwrotne kinematyki: sformułowanie zadania we współrzędnych kartezjańskich, a rozwiązanie we współrzędnych konfiguracyjnych, warunki istnienia rozwiązań w postaci jawnej, liczby możliwych rozwiązań (konfiguracji), metody rozwiązywania zadania odwrotnego kinematyki. Macierz jacobianowa i metody jej wyznaczania, wykorzystanie tej macierzy w analizie kinematyki manipulatora. Statyka manipulatora: zadanie proste i odwrotne, przenoszenie sił i momentów pomiędzy członami manipulatora, wyznaczanie sił i momentów napędowych równoważących zadane obciążenie zewnętrzne przy wykorzystaniu macierzy jacobianowej. Dynamika manipulatora: zadanie proste i odwrotne dynamiki, wykorzystanie równań Newtona-Eulera, oraz równań Lagrange'a, wyznaczanie sił i momentów sił dla zadanej trajektorii ruchu. Planowanie trajektorii we współrzędnych kartezjańskich i konfiguracyjnych: algorytmy planowania, zastosowanie funkcji wielomianowych i sklepanych, warunki początkowe i brzegowe, realizacja zadania parametryzacji toru czasem. |
| laboratorium | Macierz obrotu i macierz przekształcenia jednorodnego oraz ich wykorzystanie do przeliczania współrzędnych. Wyznaczanie parametrów Denavita-Hartenberga dla wybranej struktury manipulatora. Wyznaczanie jacobianu dla wybranej struktury manipulatora. Analizy kinematyki wybranego manipulatora z wykorzystaniem notacji Denavita-Hartenberga. Analizy kinematyki wybranego manipulatora z wykorzystaniem jacobianu. Analiza statyki wybranego manipulatora. Analizy dynamiki wybranego manipulatora.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |



**METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów kształcenia |                 |           |         |              |      |
|---------------|----------------------------------------|-----------------|-----------|---------|--------------|------|
|               | Egzamin ustny                          | Egzamin pisemny | Kolokwium | Projekt | Sprawozdanie | Inne |
| W01           |                                        | X               |           |         |              |      |
| W02           |                                        | X               |           |         |              |      |
| W03           |                                        | X               |           |         |              |      |
| U01           |                                        |                 | X         |         |              |      |
| U02           |                                        |                 | X         |         |              |      |
| U03           |                                        |                 | X         |         |              |      |
| K01           |                                        |                 |           |         |              | X    |
| K02           |                                        |                 |           |         |              | X    |

**FORMA I WARUNKI ZALICZENIA**

| Forma zajęć  | Forma zaliczenia   | Warunki zaliczenia                                                            |
|--------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | egzamin            | Pozytywne zaliczenie końcowego egzaminu. Uzyskanie co najmniej 50 % punktów.  |
| laboratorium | zaliczenie z oceną | Pozytywne zaliczenie kolokwium końcowego. Uzyskanie co najmniej 50 % punktów. |

**NAKŁAD PRACY STUDENTA**

| Bilans punktów ECTS |                                                                                                 |                       |   |    |   |   |                          |   |    |   |   |               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|----|---|---|--------------------------|---|----|---|---|---------------|
| Lp.                 | Rodzaj aktywności                                                                               | Obciążenie studenta   |   |    |   |   |                          |   |    |   |   | Jednos<br>tka |
|                     |                                                                                                 | studia<br>stacjonarne |   |    |   |   | studia<br>niestacjonarne |   |    |   |   |               |
| 1.                  | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów                                                     | W                     | C | L  | P | S | W                        | C | L  | P | S | h             |
|                     |                                                                                                 | 30                    |   | 30 |   |   | 18                       |   | 18 |   |   |               |
| 2.                  | Inne (konsultacje, egzamin)                                                                     | 4                     |   | 2  |   |   | 4                        |   | 2  |   |   | h             |
| 3.                  | Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego                                       | 66                    |   |    |   |   | 42                       |   |    |   |   | h             |
| 4.                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 2,64                  |   |    |   |   | 1,68                     |   |    |   |   | ECTS          |





|     |                                                                                      |      |      |      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
| 5.  | Liczba godzin samodzielnej pracy studenta                                            | 59   | 83   | h    |
| 6.  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy              | 2,36 | 3,32 | ECTS |
| 7.  | Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym                          | 62,5 | 62,5 | h    |
| 8.  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym | 2,5  | 2,5  | ECTS |
| 9.  | Sumaryczne obciążenie pracą studenta                                                 | 125  | 125  | h    |
| 10. | Punkty ECTS za moduł<br><i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>            | 5    |      | ECTS |

## LITERATURA

- 1 Frank C. Lynch P.K.: Modern Robotics, Cambridge University Press, 2017.
- 2 Programowanie robotów przemysłowych – Kaczmarek W., Panasiuk J., PWN, 2017.
- 3 Dynamika i sterowanie robotów – Spong Mark W., Vidyasagar M., WNT.
- 4 Craig J.J.: Wprowadzenie do robotyki –WNT.

