

**SYLABUS**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2021/2022 – 2024/2025  
(skrajne daty)

Rok akademicki 2022/2023

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Podstawy robotyki</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych Instytut Inżynierii Materiałowej
Kierunek studiów	Mechatronika
Poziom studiów	Studia I-go stopnia
Profil	praktyczny
Forma studiów	Studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	II rok, 4 semestr
Rodzaj przedmiotu	Przedmiot podstawowy
Język wykładowy	polski
Koordynator	dr inż. Bogumił Hołota
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr inż. Bogumił Hołota

\* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

**1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS**

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
4	30	15		30					5

**1.2. Sposób realizacji zajęć**

- zajęcia w formie tradycyjnej  
 zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

**1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)**

Wykład – egzamin.  
 Ćwiczenia audytoryjne – zaliczenie z oceną  
 Laboratoria – zaliczenie z oceną.

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Podstawowa wiedza z zakresu matematyki wyższej, mechaniki teoretycznej i technicznej. Znajomość treści podawanych w ramach przedmiotu *sensory i aktuatory*. Umiejętność posługiwania się oprogramowaniem komputerowym.

### 3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

#### 3.1 Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami, pojęciami i zakresem zainteresowania robotyki jako dziedziny nauki i techniki.
C <sub>2</sub>	Przedstawienie podstawowych klasyfikacji robotów z punktu widzenia różnych kryteriów.
C <sub>3</sub>	Omówienie podstawowych metod matematycznego modelowania właściwości kinematycznych, dynamicznych i sterowniczych robotów na przykładzie robota przemysłowego.
C <sub>4</sub>	Zapoznanie z podstawowymi zespołami konstrukcyjno-funkcjonalnymi robotów na przykładzie robota przemysłowego.
C <sub>5</sub>	Zapoznanie z zasadami pracy z robotami przemysłowymi i przykładami zastosowań.

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu Student	Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup>
EK_01	Zna podstawowe pojęcia robotyki, klasyfikację robotów, budowę robota przemysłowego, właściwości funkcjonalne. Ma wiedzę o podstawowych metodach matematycznego modelowania kinematyki i dynamiki robotów, metodach planowania ruchu i sterowania robotami.	K_W05
EK_02	Jest przygotowany do korzystania ze źródeł publikowanych, zasobów internetowych, firmowych i innych. Potrafi dokonać interpretacji uzyskanych informacji, połączyć i/lub selektywnie wykorzystać.	K_U01
EK_03	Potrafi stosować równania modeli matematycznych robotów w oprogramowaniu komputerowym do rozwiązywania podstawowych problemów robotyki związanych z projektowaniem ruchu robotów.	K_U03
EK_04	Umie wykorzystać wiedzę wyniesioną z zajęć dydaktycznych w obsłudze urządzeń tworzących gniazda zrobotyzowane.	K_U15
EK_05	Rozumie konieczność i możliwości ciągłego poszerzania wiedzy (studia drugiego i trzeciego stopnia, studia podyplomowe, kursy, koła naukowe, literatura, zasoby internetowe) w celu podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych oraz potrafi pokierować procesem swojego kształcenia się.	K_U19
EK_06	Jest przygotowany do pracy w środowisku przemysłowym z zainstalowanymi robotami przemysłowymi, zna zasady bezpieczeństwa związane z eksploatacją robotów, ich oddziaływanie na personel pracowniczy i wynikającą stąd odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	K_K01

<sup>1</sup> W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
1. Informacje o przedmiocie. Plan przedmiotu. Przegląd literatury podstawowej i uzupełniającej. Warunki zaliczenia przedmiotu.
2. Definicja robota. Robotyka jako interdyscyplinarna nauka łącząca różne dziedziny wiedzy teoretycznej i stosowanej. Rys historyczny rozwoju robotyki. Klasyfikacja robotów. Przykłady konstrukcji robotów komercyjnych i badawczych. Robot przemysłowy.
3. Kinematyka robotów przemysłowych. Podstawowe pojęcia kinematyki. Struktury kinematyczne - klasyfikacja. Układy współrzędnych. Podstawowe właściwości współrzędnych jednorodnych. Zastosowanie współrzędnych jednorodnych do opisu przekształceń przestrzennych. Model kinematyczny robota przemysłowego o strukturze szeregowej.
4. Metoda Denavita-Hartenberga wiązania lokalnych układów współrzędnych z członami manipulatora. Parametry Denavita-Hartenberga członu. Równanie kinematyki robota szeregowego. Macierze przekształceń $A$ i $T$ . Interpretacja macierzy $A$ i $T$ . Przykłady opisu kinematyki manipulatorów metodą D-H. Zmodyfikowana notacja D-H.
5. Proste zadanie kinematyki robota. Współrzędne przegubowe i kartezjańskie. Opis orientacji narzędzia za pomocą kątów Eulera i Cardana oraz kwaternionów. Właściwości funkcjonalne robotów - przestrzeń robocza i przestrzeń robocza właściwa. Ograniczenia mechaniczne.
6. Odwrotne zadanie kinematyki robota. Metody rozwiązywania odwrotnego zadania kinematyki – geometryczna, analityczna. Problem istnienia i jednoznaczności rozwiązania odwrotnego zadania kinematyki. Przykłady rozwiązań zadania odwrotnego. Zastosowanie.
7. Zależności prędkościowe i przyspieszeniowe w manipulatorze. Jakobian analityczny manipulatora. Osobliwości kinematyczne. Manipulowalność.
8. Dynamika manipulatorów. Rozkład masy ciała sztywnego – środek masy i momenty bezwładności. Modele tarcia. Model dynamiczny manipulatora szeregowego. Metoda równań Lagrange'a II rodzaju generowania matematycznych modeli dynamiki manipulatorów.
9. Proste i odwrotne zadanie dynamiki manipulatorów. Zastosowania. Symulacja komputerowa.
10. Wybrane metody planowania ruchu robotów w przestrzeni przegubowej i kartezjańskiej. Aproksymacja wielomianami 3 i 5 stopnia. Algorytm Taylora planowania ścieżki prostoliniowej.
11. Podstawowe zespoły konstrukcyjne robotów przemysłowych: napędy, układy przenoszenia ruchu, sensory, układy sterowania, chwytaki. Wybrane zagadnienia sterowania robotami przemysłowymi. Niezależne sterowanie osiami. Sterowanie wielowymiarowe – metoda wyliczanego momentu.
12. Bezpieczeństwo pracy na stanowisku zrobotyzowanym. Przykłady zastosowań robotów. Ekonomiczne i społeczne aspekty robotyzacji.

#### B. Problematyka ćwiczeń audytoryjnych

Treści merytoryczne
1. Właściwości współrzędnych jednorodnych. Obliczanie współrzędnych jednorodnych i kartezjańskich punktów i wektorów.

2.	Opis transformacji przestrzennych we współrzędnych jednorodnych.
3.	Modelowanie kinematyki robotów – metoda Denavita-Hartenberga.
4.	Rozwiązywanie odwrotnego zadania kinematyki metodą geometryczną i analityczną.
5.	Obliczanie jakobianu, prędkości i przyspieszeń kartezyjskich. Wyznaczanie konfiguracji osobliwych.
6.	Modelowanie dynamiki metodą równań Lagrange’a II rodzaju.
7.	Planowanie trajektorii w przestrzeni przegubowej i kartezyjskiej.
8.	Obliczanie układu regulacji położenia osi.

### C. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne	
1.	Organizacja i zasady bezpieczeństwa pracy w laboratorium podstaw robotyki. Program laboratorium. Zasady zaliczenia laboratorium.
2.	Wprowadzenie do środowiska <i>Matlab</i> .
3.	Opis przekształceń przestrzennych we współrzędnych jednorodnych.
4.	Obliczenia symboliczne w opisie przekształceń przestrzennych.
5.	Wyznaczanie symbolicznego modelu kinematyki prostej robotów metodą Denavita-Hartenberga.
6.	Obliczanie rozwiązania odwrotnego zadania kinematyki dla robota typu SCARA.
7.	Wyznaczanie prędkości i przyspieszeń kartezyjskich dla robota typu SCARA.
8.	Modelowanie dynamiki manipulatora metodą Lagrange’a z wykorzystaniem obliczeń symbolicznych.
9.	Analiza numeryczna modelu dynamiki planarnego robota dwuramiennego.
10.	Planowanie ruchu robota w przestrzeni przegubowej.
11.	Planowanie ruchu robota w przestrzeni kartezyjskiej.
12.	Projektowanie serwomechanizmu ramienia robota z silnikiem DC.
13.	Programowanie ruchu robota IRb-120 w środowisku firmowym <i>ABB RobotStudio</i> .

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną.

Ćwiczenia audytoryjne: rozwiązywanie zadań.

Ćwiczenia laboratoryjne: wykonywanie ćwiczeń komputerowych (*Matlab*).

## 4. METODY I KRYTERIA OCENY

### 4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w, ćw, ...)
EK_01	zaliczenie pisemne treści wykładowych, rozwiązywanie zadań, sprawdzanie przygotowania do wykonania ćwiczeń, pytania w trakcie ćwiczeń, sprawozdania, zaliczenia pisemne	w., ćw., lab.
EK_02	rozwiązywanie zadań, obserwacja przebiegu ćwiczeń, pytania w trakcie ćwiczeń	ćw., lab.

EK_03	rozwiązywanie zadań, zaliczenie pisemne ćwiczeń	ćw.
EK_04	obserwacja przebiegu ćwiczeń, sprawozdania	lab.
EK_05	obserwacja przebiegu ćwiczeń, dyskusja w trakcie ćwiczeń	lab.
EK_06	zaliczenie pisemne treści wykładowych, dyskusja w trakcie ćwiczeń	w., lab.

#### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

##### Wykład

- pozytywna ocena z egzaminu pisemnego.

##### Ćwiczenia audytoryjne

- pozytywna ocena z kolokwium pisemnego.

Ocena końcowa z ćwiczeń audytoryjnych stanowi średnią ważoną ocen cząstkowych z aktywności na zajęciach oraz kolokwium pisemnego.

##### Ćwiczenia laboratoryjne

Warunki zaliczenia zajęć laboratoryjnych:

- pozytywna ocena z przygotowania do zajęć laboratoryjnych (ustalana na podstawie odpowiedzi ustnych lub pisemnych).
- pozytywna ocena z aktywności i efektów pracy w czasie zajęć laboratoryjnych.
- wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych i napisanie sprawozdań – uzyskanie oceny pozytywnej ze sprawozdań.
- pozytywna ocena z kolokwium.

Ocena końcowa z ćwiczeń laboratoryjnych stanowi średnią ocen cząstkowych z przygotowania do zajęć, aktywności na zajęciach, efektów pracy uzyskiwanych podczas realizacji zajęć ćwiczeniowych oraz kolokwium.

#### 5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów	75
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	70
SUMA GODZIN	150
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>5</b>

\* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.

## 6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	nie dotyczy

## 7. LITERATURA

<p>Literatura podstawowa:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>[1] Wykład z przedmiotu <i>podstawy robotyki</i>.</li><li>[2] Craig J. J.: <i>Wprowadzenie do robotyki</i>, WNT, Warszawa, 1993.</li><li>[3] Leniowski R.: <i>Podstawy robotyki</i>, Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów, 2013.</li><li>[4] Morecki A., Knapczyk J. (red.): <i>Podstawy robotyki. Teoria i elementy manipulatorów i robotów</i>, WNT, Warszawa 1999.</li><li>[5] Szkodny T.: <i>Podstawy robotyki</i>. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012.</li><li>[6] Tchoń K., Mazur A., Dulęba I., Hossa R., Muszyński R.: <i>Manipulatory i roboty mobilne. Modele, planowanie ruchu, sterowanie</i>. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 2000.</li></ul>
<p>Literatura uzupełniająca:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>[1] Kaczmarek W., Panasiuk J.: <i>Programowanie robotów przemysłowych</i>, PWN, Warszawa 2017.</li><li>[2] Kaczmarek W., Panasiuk J.: <i>Robotyzacja procesów przemysłowych</i>, PWN, Warszawa 2017.</li><li>[3] Kaczmarek W., Panasiuk J.: <i>Środowiska programowania robotów</i>. PWN, Warszawa 2017.</li><li>[4] Kozłowski P., Dudkiewicz P., Wróblewski W.: <i>Modelowanie i sterowanie robotów</i>, PWN, Warszawa 2003.</li><li>[5] Morecki A. (red.): <i>Teoria mechanizmów i manipulatorów</i>, WNT 2002.</li><li>[6] Spong M. W., Vidysagar M.: <i>Dynamika i sterowanie robotów</i>, WNT, Warszawa 1997.</li><li>[7] Szkodny T.: <i>Kinematyka robotów przemysłowych</i>, Wyd. Polit. Śląskiej, Gliwice 2013.</li><li>[8] Zdanowicz R.: <i>Podstawy robotyki</i>, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012.</li><li>[9] <i>Dokumentacja techniczna robota ABB IRb-120</i>.</li><li>[10] <i>Operating manual RobotStudio2020.1. Document id: 3HAC032104-001Revision AC</i>, <a href="http://new-abb.com">http://new-abb.com</a></li></ul>

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej