

Program studiów

Kierunek studiów:	Mechatronika przemysłowa
Poziom studiów:	Studia drugiego stopnia
Profil studiów:	Ogólnoakademicki
Formy studiów:	Studia stacjonarne
Liczba semestrów:	3 semestry
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	90 ECTS
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	Magister inżynier
Kierunek studiów jest przyporządkowany do dyscyplin:	Inżynieria mechaniczna: 60% - dyscyplina wiodąca Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne: 30% Informatyka techniczna i telekomunikacja: 10%
Łączna liczba godzin zajęć:	960 godzin
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	45 ECTS
Liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne:	5 ECTS
Wymiar oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych:	Nie dotyczy
Zasady i forma odbywania praktyk zawodowych:	Nie dotyczy

Efekty uczenia się dla studiów

Symbol	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji
Wiedza: zna i rozumie		
K2A_W1	W pogłębionym stopniu – zagadnienia w zakresie matematyki i innych obszarów nauki oraz dyscyplin inżynieryjno-technicznych, do których przyporządkowano studiowany kierunek, przydatne do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich.	P7S_WG
K2A_W2	Podstawowe, podbudowane teoretycznie procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych oraz metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych z Mechatroniką Przemysłową.	P7S_WG inż. P7S_WK inż.
K2A_W3	Podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości.	P7S_WK
K2A_W4	Společne, ekonomiczne, prawne, etyczne i inne pozatechniczne uwarunkowania działalności inżynierskiej, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego.	P7S_WK
K2A_W5	Podstawowe problemy współczesnej cywilizacji właściwe dla programu studiów.	P7S_WK
K2A_W6	Główne tendencje rozwojowe dyscyplin naukowych, do których przyporządkowany jest kierunek Mechatronika Przemysłowa.	P7S_WG
K2A_W7	Metodologię projektowania układów mechatronicznych, ze szczególnym uwzględnieniem metod szybkiego prototypowania podsystemów mechanicznych i elektronicznych oraz metod wirtualnego prototypowania wielodzielnicowego.	P7S_WG
K2A_W8	Wybrane zagadnienia inżynierii oprogramowania oraz metody i narzędzia stosowane we wszystkich fazach rozwoju oprogramowania, a także zaawansowane metody sztucznej inteligencji znajdujące zastosowanie w Mechatronice Przemysłowej.	P7S_WG
Umiejętności: potrafi		
K2A_U1	Identyfikować, formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy inżynierskie związane ze studiowanym kierunkiem poprzez zastosowanie zasad inżynierii, matematyki i innych nauk, a także innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach, przystosowując istniejące lub opracowane nowe metody i narzędzia.	P7S_UW
K2A_U2	Formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi.	P7S_UW
K2A_U3	Planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	P7S_UW inż.
K2A_U4	Przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz ich rozwiązywaniu: – wykorzystywać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne, – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne, – dokonywać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich. Potrafi dokonywać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych i oceniać te rozwiązania.	P7S_UW inż.
K2A_U5	Zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonać typowe dla studiowanego kierunku złożone urządzenie, obiekt, system lub zrealizować proces, używając właściwych metod, technik, narzędzi i materiałów.	P7S_UW inż.
K2A_U6	Pracować indywidualnie i w zespole, przyjmując w nim różne role, w tym rolę wiodącą; potrafi kierować pracą zespołu.	P7S_UO
K2A_U7	Właściwie dobierać źródła i informacje z nich pochodzące, dokonywać oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji; potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, z użyciem specjalistycznej terminologii i nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych, prowadzić debatę; potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ oraz specjalistyczną terminologią, a także posługiwać się drugim językiem obcym na poziomie A1 lub wyższym Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego z uwzględnieniem terminologii charakterystycznej dla dziedziny inżynieria mechaniczna, automatyka, elektronika i elektrotechnika, Informatyka techniczna i telekomunikacja.	P7S_UK
K2A_U8	Dobierać i korzystać z właściwych, zaawansowanych technik, umiejętności i nowoczesnych narzędzi inżynierskich.	P7S_UW P7S_UW inż.
K2A_U9	Samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie.	P7S_UU
K2A_U10	Stosować nowoczesne technologie szybkiego prototypowania systemów mechatronicznych, jak „Model-in-the-Loop”, „Software-in-the-Loop”, „Hardware-in-the-Loop” oraz stosować odpowiednie środowiska programowe i symulacyjne umożliwiające realizację tych technologii.	P7S_UW
K2A_U11	Stosować nowoczesne narzędzia rozwoju oprogramowania, jak zunifikowany język modelowania UML, systemy CASE (Computer-Aided Software Engineering) oraz nowoczesne języki programowania do budowy zaawansowanych aplikacji informatycznych stosowanych w systemach mechatronicznych, a także zaawansowane środowiska programowe do realizacji zadań inżynierii wiedzy.	P7S_UW

Kompetencje społeczne: jest gotów do		
K2A_K1	Krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.	P7S_KK
K2A_K2	Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego, inicjowania działań na rzecz interesu publicznego, myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P7S_K0
K2A_K3	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodu, przestrzegania i rozwijania etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad; ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej.	P7S_KR

Zajęcia i grupy zajęć

Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Liczba punktów ECTS	Efekty uczenia się (symbol) przypisane do zajęć lub grupy zajęć	Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się
Język obcy	4	K2A_U7 K2A_U9	Słownictwo, funkcje komunikacyjne i struktury gramatyczne pozostające w zgodności z „Europejskim Systemem Opisu Kształcenia Językowego” na wybranym poziomie biegłości językowej.
Grupa zajęć z dziedziny nauk humanistycznych, ekonomicznych i społecznych (HES)	5	K2A_W3 K2A_W4 K2A_U6 K2A_U7 K2A_U9 K2A_K2 K2A_K3	Metody zarządzania projektami ekonomiczno-organizacyjnymi realizowanymi we wszelkiego rodzaju organizacjach rynkowych i nierynkowych. Techniki przygotowywania i prowadzenia projektów, budowania zespołu projektowego, tworzenia harmonogramów i planów projektu, zagadnienia kierowania ludźmi i zespołami ludzkimi w ramach zarządzania projektami. Podstawowe informacje dotyczące działalności gospodarczej, funkcjonowania gospodarki rynkowej, sporządzania biznesplanu, etyki w biznesie, najważniejszych przepisów dotyczących zakładania i prowadzenie działalności gospodarczej w Polsce. Rozwijanie umiejętności myślenia w kategoriach przedsiębiorczości, zarządzania, rozwiązywania problemów i kreatywnego podejścia do otaczającej rzeczywistości.
Grupa zajęć kierunkowych	16	K2A_W1 K2A_W2 K2A_W6 K2A_W7 K2A_W8 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U9 K2A_U10 K2A_U11 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Metodyka projektowania układów mechatronicznych, definiowanie problemów, metody ich rozwiązywania oraz opracowywanie dokumentacji, umiejętność współpracy w zespole. Specyfika zespołów zadaniowych w organizacji, fazy rozwoju zespołu i kluczowe role. Projektowanie i konstruowanie układów mechatronicznych z uwzględnieniem wymagań gospodarki obiegu zamkniętego oraz recyklingu. Projektowanie z uwzględnieniem ograniczonych zasobów. Wiedza z zakresu skanowania i przetwarzania danych dotyczących skanowania geometrii oraz opracowywania modeli 3D. Wiedza teoretyczna i praktyczna na temat najczęściej stosowanych technik przyrostowych wytwarzania elementów w kontekście ich wykorzystania między innymi w przemyśle. Struktura obrabiarki oraz jej sterowania numerycznego. Sterowniki PLC, współpraca z układami manipulacji oraz ich programowanie. Układy diagnostyczno-pomiarowe w sterowaniu maszyn wytwórczych. Zaawansowane metody aktywnego sterowania procesem technologicznym. Programowanie parametryczne sterowników numerycznych. Funkcje kompensacji błędów geometrycznych. Przykłady realizacji zadań dla sterowników CNC: Fanuc, Haidenhain, Sinumerik, Okuma. Wprowadzenie do inżynierii oprogramowania. Język UML. Inżynieria wymagań. Etapy projektowania systemu informatycznego. Interfejs użytkownika. Testowanie, weryfikacja i walidacja oprogramowania. Wdrażanie i utrzymywanie oprogramowania. Zarządzanie konfiguracją i dokumentowanie oprogramowania. Narzędzia CASE. Uczenie maszynowe i odkrywanie wiedzy. Sieci neuronowe. Rekurencyjne sieci neuronowe. Systemy rozmyte. Systemy neuronowo-rozmyte. Systemy przybliżone. Sieci przekonań. Systemy uczące się. Data Mining. Odkrywanie wiedzy w bazach danych. Wybrane algorytmy uczenia głębokiego. Projekt określonego układu mechatronicznego w środowisku modelowania wirtualnego z wykorzystaniem poznanej metodologii projektowania układów mechatronicznych realizowany w formie pracy grupowej. Poszerzenie ogólnej wiedzy studenta w zakresie kluczowych problemów współczesnego świata.
Grupa zajęć prowadzonych w języku angielskim (grupa zajęć wybieralnych, realizowanych w ramach specjalności)	4	K2A_W6 K2A_U2 K2A_U7 K2A_K1	Angielskojęzyczne słownictwo, funkcje komunikacyjne i struktury gramatyczne związane bezpośrednio z zagadnieniami specjalności na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, a związane bezpośrednio z wybranymi problemami współczesnej mechatroniki.
Grupa zajęć wybieralnych realizowanych w ramach specjalności ME1: "Projektowanie i eksploatacja systemów mechatronicznych"	29	K2A_W5 K2A_W6 K2A_W7 K2A_W8 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5	Symulacja ruchu robota z zastosowaniem przykładowego oprogramowania. Odwzorowywanie otoczenia robota w programach wizualizacyjnych oraz sprawdzanie jego kolizyjności. Poruszanie wirtualnym robotem i manipulowanie przedmiotami. Dobieranie układów współrzędnych do potrzeb ruchu oraz tworzenie własnych programów. Podstawowe pojęcia z eksploatacji, niezawodności i bezpieczeństwa układów mechatronicznych. Modele eksploatacji. Metody kształtowania niezawodności, algorytmów i metod obliczania niezawodności złożonych układów. Zagadnienia bezpieczeństwa maszyn oraz akty normatywne

		K2A_U6 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U9 K2A_U11 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	dotyczące bezpieczeństwa maszyn. Mechatroniczne układy manipulacyjne. Budowa układów manipulacyjnych, układów napędowych i sensorowych. Dynamika ruchu manipulatora. Sterowanie układami manipulacyjnymi. Metody projektowania aplikacji typu SCADA. Systemy wizualizacji i wdrażania aplikacji SCADA dla różnych procesów lub obiektów. Przykłady zastosowań. Projektowanie, modelowanie lub/i analiza układu mechatronicznego ze szczególnym uwzględnieniem: napędu, sterowania, wizualizacji lub symulacji. Umiejętność pracy w grupie. Programowanie sterowników PLC z uwzględnieniem sieci przemysłowych. Rodzaje sieci przemysłowych. Metody budowy systemu sterowania opartego o sieci Fieldbus oraz metody diagnostyki sieci.
Grupa zajęć wybieralnych realizowanych w ramach specjalności ME2: "Projektowanie mechatroniczne w metodologii MBD"	29	K2A_W1 K2A_W2 K2A_W5 K2A_W6 K2A_W7 K2A_W8 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U9 K2A_U11 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Metody modelowania układów fizycznych, modelowanie w opisie Lagrange'a, Eulera oraz Eulera-Lagrange'a, metody siatkowe i bezsiarkowe, modelowanie stateczności obiektów pływających, pojęcia podstawowe, analiza niejawna (implicite) i jawna (explicite), obliczenia jedno i wielowątkowe, analiza przepływu cieczy w układach zamkniętych, budowa geometrii cieczy, analiza stereomechaniczna, analiza modalna, analiza dynamiczna strukturalna, modele materiałowe: dane inżynierskie i rzeczywiste, modelowanie kontaktu, połączeń śrubowych oraz spawanych. Metody integracji modułowych komponentów w układach mechatronicznych. Podsystemy realizujące różne funkcje m.in. komunikację, przetwarzanie danych, pomiary, kondycjonowanie sygnałów, realizujące funkcje wykonawcze i napędowe. Praktyczne wykorzystanie podukładów, z uwzględnieniem poznania zasady działania oraz sposobu ich programowania. Modelowanie układów dynamicznych za pomocą: równań różniczkowych, transmitancji i zmiennych stanu z wykorzystaniem oprogramowania Matlab/Simulink lub LabVIEW Simulation Module. Identyfikacja modelu matematycznego. Synteza sterowania dla liniowych struktur dynamicznych o parametrach skupionych – metoda zmiennych stanu. Sprzężenie zwrotne – metody doboru wzmocnienia, metoda przesuwania biegunów, sterowanie optymalne, regulator LQG, rozwiązanie równania Riccatiego, sterowanie z wykorzystaniem obserwatora stanu, metoda filtru Kalmana, sterowanie adaptacyjne. Budowa układu sterowania struktury w systemie czasu rzeczywistego. Understanding the Model-Based Design approach for mechatronic systems development. Gaining abilities to build multidisciplinary models of complex mechatronic systems including control systems. Gaining ability to build mathematical models of components of mechatronic system, connect them and run the simulation with specified conditions. Performing simulation and analyzing the results in graphical programming environment. Processing the model validation and applying the control system using rapid control prototyping systems. Projekt grupowy układu mechatronicznego realizowany metodą MBD (Model-Based Design). Klasyfikacja struktur inteligentnych w mechatronice. Klasyfikacja materiałów inteligentnych i ich własności. Stopy metali z pamięcią kształtu – mechanizm działania oraz modelowanie. Ciecze magneto-reologiczne – mechanizm działania oraz modelowanie. Materiały piezoelektryczne – mechanizm działania oraz modelowanie. Metamateriały i sposoby ich wytwarzania. Metody sterowania oraz akwizycji danych w układach mechatronicznych. Eksperymentalna analiza modalna. Elementy składowe i konfiguracja toru pomiarowego w eksperymentalnej analizie modalnej. Sposoby realizacji testu modalnego: wymuszenie impulsowe, wymuszenie za pomocą wzbudnika oraz eksploatacyjna analiza modalna. Zastosowanie wyników badań eksperymentalnych do walidacji modeli numerycznych. Idea wyznaczania wielkości kinematycznych przy wykorzystaniu metod fotogrametrycznych. Analiza współrzędnych punktów i wyznaczanie względnych i bezwzględnych przemieszczeń liniowych oraz kątowych. Tensometria elektrooporowa: techniki przygotowania powierzchni i naklejenia tensometrów oraz pomiaru.
Grupa zajęć wybieralnych realizowanych w ramach specjalności ME3: "Modelowanie i symulacja systemów mechatronicznych"	29	K2A_W2 K2A_W6 K2A_W8 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5	Inżynieria systemów i systemy mechatroniczne. Architektura systemów. Modele sieciowe. Złożoność systemów społecznych a technicznych. Komponenty systemów mechatronicznych. Modularność systemów. Problem skalowania w układach mikroelektromechanicznych. Cykl życia systemu. Testowanie systemów. Projekt i wykonanie systemu mechatronicznego za pomocą klocków LEGO. Podstawy wspomaganych obliczeniowo systemów podejmowania decyzji. Różnice w podejmowaniu decyzji w warunkach pewności, niepewności i ryzyka. Podejścia i metody

		K2A_U6 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U9 K2A_U11 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	teorii decyzji. Modelowanie matematyczne wybranych problemów decyzyjnych. Interpretacja wyników systemów decyzyjnych i ich przydatność w praktyce. Wybrane metody obliczeń inżynierskich. Programowanie obliczeń. Modelowanie i symulacje. Weryfikacja kodu. Rozwiązania dokładne. Weryfikacja rozwiązań. Błędy w obliczeniach: wejściowe, obcięcie, zaokrąglenie, próbkowanie, iteracji, dyskretyzacji. Adaptacja rozwiązań. Walidacja modelu i predykcja. Problemy planowania, zarządzania i implementacji obliczeń. Metody optymalizacji i identyfikacji. Deterministyczne metody bezgradientowe. Metody gradientowe. Metody optymalizacji z ograniczeniami. Metody optymalizacji wielokryterialnej. Zagadnienia odwrotne. Metaheurystyki. Architektura symulacji oraz jej implementacja w wybranym środowisku obliczeniowym. Weryfikacja i walidacja modelu. Testowanie i symulacje. Scenariusze symulacji systemu. Zmiany w projekcie. Próba optymalizacji. Analiza wyników i wnioski. Symulacje inżynierskie i systemy CAE. Transfer technologii a relacje między nauką i technologią. Proces rozwoju produktu w kontekście inżynierii obliczeniowej. Identyfikacja potrzeb. Preferencje i wymagania. Projektowanie przemysłowe i inżynieria obliczeniowa. Prototypowanie modeli obliczeniowych. Selekcja, weryfikacja, walidacja i testowanie. Optymalizacja i identyfikacja. Komputerowe modelowanie elementów, systemów i układów mechatronicznych. Symulacje inżynierskie wykorzystujące systemy wspomaganie prac inżynierskich. Budowa modeli numerycznych, modeli dyskretnych, rodzaje analiz, modelowanie warunków brzegowych, modele materiałów, zagadnienia pól sprzężonych. Systemy obliczeń inżynierskich. Podstawowe wiadomości z zakresu informatyki, matematyki i metod numerycznych. Zastosowanie metody elementów skończonych i brzegowych
Grupa zajęć wybieralnych realizowanych w ramach specjalności ME4: "Projektowanie mechatronicznych układów mobilnych"	29	K2A_W6 K2A_W7 K2A_W8 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U9 K2A_U11 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Metody i narzędzia szybkiego prototypowania układów sterowania. Rapid Control Prototyping. Projektowanie układów mechatronicznych wsparte modelem (Model-Based Design), MIL, SIL, PIL, HIL. Symulowanie układów mechatronicznych. Systemy wbudowane, systemy czasu rzeczywistego. Narzędzia programowe i sprzętowe - konfiguracja, programowanie, uruchamianie, testowanie, zastosowania praktyczne. Budowa, zastosowania oraz przeznaczenia zintegrowanych systemów CAX. Systemy CAD, CAE, CAM i inne. Komputerowe wspomaganie procesu projektowo-konstrukcyjnego (modelowanie wirtualne). Komputerowe wspomaganie realizacji procesów obróbkowych (symulacje procesów toczenia i frezowania wieloosiowego). Analizy i symulacje modeli układów mechanicznych. Akwizycja i reprezentacja obrazów cyfrowych. Polepszanie jakości, przekształcanie, częstotliwościowa reprezentacja i analiza, wyznaczanie charakterystyk obrazów. Reprezentacja obrazów cyfrowych jako danych wejściowych do procesu rozpoznawania obrazu. Metody rozpoznawania obrazów (wzorców). Rejestracja i przetwarzanie serii obrazów. Narzędzia sprzętowe i programistyczne, zastosowania praktyczne. Budowa i zasady działania wybranej rodziny mikrokontrolerów. Konfiguracja i zasady użytkowania środowiska oraz narzędzi do programowania wybranej rodziny mikrokontrolerów. Podstawy wybranego języka programowania. Dostęp do portów/rejestrów IO mikroprocesora. Obsługa przerwań. Obsługa przetwornika A/D. Obsługa liczników. Obsługa interfejsów (np. UART, SPI, TWI, USB, I-wire). Projekt systemu mechatronicznego prowadzony jako zadanie zespołowe z wykorzystaniem różnych narzędzi komputerowych. Modele niezawodnościowe. Strategie i metody zarządzania oraz wdrażania metod racjonalnej eksploatacji obiektów mechatronicznych. Ocena efektywności działań służb utrzymania ruchu. Niezawodność układów mechatronicznych - sposoby oceny, modelowania, kształtowania i badania. Komputerowe systemy wspomaganie utrzymania ruchu. Diagnostyka układów mechatronicznych i realizowanych przez nie procesów. Inteligentne/autonomiczne układy oraz systemy mechatroniczne - architektury sterowania, poziomy autonomii, zagadnienia prawne. Zastosowania praktyczne zaawansowanych metod sztucznej inteligencji. Autonomia w warunkach niepewności. Uczenie się układów i systemów autonomicznych. Systemy wieloagentowe/wielorobotowe. Narzędzia sprzętowe i programistyczne do budowy systemów autonomicznych.
Grupa zajęć wybieralnych	29	K2A_W2	Podział, budowa i zastosowanie podstawowych rodzajów obrabiarek.

realizowanych w ramach specjalności ME5: "Mechatroniczne systemy wytwórcze"		K2A_W5 K2A_W6 K2A_W7 K2A_W8 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U9 K2A_U10 K2A_U11 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Układy kinematyczne obrabiarek. Obróbka wykańczająca powierzchni, metody gładkościowe - ścierne. Obróbka erozyjna, elektroiskrowa i elektroimpulsowa, elektrochemiczna - elektrolityczna, anodowo mechaniczna, chemiczno-ścierna, strumieniowo-erozyjna, elektronowa, fotonowa, plazmowa, wodna i wodno-ścierna, udarowo-ścierna. Proces produkcyjny i technologiczny. Elementy składowe i struktura procesu technologicznego obróbki. Dokładność obróbki. Naddatki na obróbkę. Zasady doboru baz obróbkowych. Zastosowanie podobieństwa technologicznego do usprawnienia procesu wytwarzania. Ramowe procesy technologiczne wybranych części maszyn. Technologiczność konstrukcji. Norma czasu pracy. Ogólne zasady montażu. Techniki CAX, w projektowaniu maszyn i narzędzi technologicznych. Tworzenie modeli oraz analiza maszyn i narzędzi w konwencji MES. Modelowanie elementów w systemie CAD. Modele parametryczne. Modelowanie złożów. Wizualizacja działania i analiza kolizji. Analizy MES pod kątem oceny naprężeń i przemieszczeń. Statyczne i dynamiczne analizy MES. Analiza wpływu warunków brzegowych na wyniki analiz. Metody kodowania NC. Układy współrzędnych i interpolacje, podstawy obróbki, systemy narzędziowe w CNC. Metody CAM, WOP. Moduły technologiczne. Etapy przygotowania zabiegów technologicznych dla maszyn ze sterowaniem 2D i 2½D, 3D, 4 i 5-cio osiowych. Modele geometryczne w programach CAX. Postprocesory - budowa, ograniczenia. Metody wymiany informacji między środowiskami CAD/CAM. Systemy wytwórcze. Układy pomiarowe i kontrolne. Struktura układów pomiarowych i kontrolnych. Przetworniki i czujniki (sensory) pomiarowe: klasyfikacje, charakterystyki statyczne i dynamiczne, zasada działania. Rodzaje układów pomiarowych w maszynach technologicznych. Charakterystyka wybranych układów kontrolnych i pomiarowych stosowanych w warunkach przemysłowych. Mechatroniczne układy napędowe. Automatyczna regulacja położenia. układy automatycznej regulacji nadążnej - serwomechanizmy. Koncepcja realizacji toru ruchu narzędzia w obrabiarce sterowanej numerycznie. Budowa, działanie i modelowanie serwonapędu NC oraz błędy konturu. Optymalizacja obwodów regulacji położenia. Projektowanie serwomechanizmów obrabiarek NC. Napędy specjalne. Mechanizmy napędowe. Układy pneumatyczne i hydrauliczne. Sterowanie elektrohydrauliczne i elektropneumatyczne. Hydrauliczne układy nadążne. Układy z zaworami proporcjonalnymi i serwowaworami, hydrauliczne układy sterowania i regulacji. Podstawy projektowania. Stabilność sterowanych układów hydraulicznych. Sensory w układach pneumatycznych i hydraulicznych, modelowanie układów hydraulicznych. Systemy wytwórcze. Identyfikacja, diagnostyka i nadzorowanie. Tory pomiarowe. Przetwarzanie sygnałów pomiarowych. Diagnostyka maszyn, procesów i narzędzi (obrabiarek i procesu skrawania). Sztuczna inteligencja. Sztuczne sieci neuronowe, systemy wnioskowania rozmytego i algorytmy ewolucyjne. Zastosowania metod sztucznej inteligencji w wybranych dziedzinach wytwarzania. Projektowanie mechatronicznych systemów wytwórczych. Obrabiarki CNC, drukarki 3d, manipulatory, osie sterowane numerycznie. Projektowanie układów napędowych, sterowania, konstrukcji nośnych. Dokumentacja wykonawczo-uruchomieniowa. Systemy CAX, MES.
Grupa zajęć wybieralnych realizowanych w ramach specjalności ME6: "Mechatroniczne systemy odlewnicze"	29	K2A_W6 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U9 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Specjalne metody odlewania: metoda wytapianych modeli, odlewanie ciągłe i półciągłe, Semi Solid Rheocasting. Maszyny i urządzenia stosowane w odlewnictwie - działanie i możliwości automatyzacji. Elementy stacji przerobu mas formierskich, wytwarzanie form odlewniczych oraz zautomatyzowane systemy zalewania form z uwzględnieniem systemów mechatronicznych. Nowoczesne technologie odlewania do form jednorazowych. Podstawy teoretyczne i algorytmy procesów cieplnych. Teoria krzepnięcia i stygnięcia odlewów. Modelowanie krzepnięcia odlewów. Istota działania programów symulacyjnych. Szczegółowa analiza danych potrzebnych do przeprowadzenia symulacji komputerowej, definiowanie danych termofizycznych, warunków początkowych i brzegowych. Analiza i interpretacja wyników symulacji oraz ocena wiarygodność modeli. Fizykochemiczne procesy metalurgiczne w oparciu o stopy żelaza. Główne i podstawowe procesy metalurgiczne i odlewnicze. Materiały wsadowe i produkty. Zjawiska na granicy kontaktu odlew-forma oraz w kompozytach na granicy osnowa-zbrojenie. Maszyny i urządzenia stosowane w procesach technologicznych. Praktyczna weryfikacja na

			przykładach urządzeń elektromagnetycznych. Zajęcia prowadzone zgodnie z metodyką nauczania opartą na projekcie. Charakterystyka odlewania pod ciśnieniem. Klasyfikacja i charakterystyki konstrukcyjne maszyn do odlewania pod ciśnieniem. Zagadnienia technologiczne procesu odlewania ciśnieniowego stopów Al, Zn, Mg i Cu. Teoretyczne podstawy procesu odlewania ciśnieniowego. Specyfika odlewnictwa ciśnieniowego stopów Mg. Specjalne metody odlewania ciśnieniowego. Ocena związku mikrostruktury pierwotnej z właściwościami technologicznymi i użytkowymi stopów i kompozytów odlewanych na osnowie stopów metali. Fizykochemiczne podstawy metod pomiarów i analizy procesu krystalizacji. Urządzenia pomiarowe i metody obróbki wyników. Metody bezpośrednie derywacyjne i gradientowe. Praktyczna weryfikacja wyników analiz z wynikami doświadczalnymi.
Grupa zajęć wybieralnych realizowanych w ramach specjalności ME7: "Aplikacje napędowe"	29	K2A_W2 K2A_W5 K2A_W6 K2A_W7 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U9 K2A_U10 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Projektowanie systemów napędowych opartych o sieci Fieldbus oraz systemów rozproszonych. Opracowywanie dokumentacji wykonawczej projektowanego systemu sterowania. Metody opisu, analizy i symulacji elektromechanicznych układów napędowych. Projektowanie i dobór napędów elektrycznych stosowanych we współczesnych procesach technologicznych. Metody modelowania oraz modele maszyn elektrycznych. Podstawowe pojęcia i określenia dotyczące napędów elektrycznych. Metody optymalizacji układów napędowych. Projektowanie i dobór układów napędowych we współczesnych aplikacjach przemysłowych. Budowa, materiały oraz technologie wytwarzania układów napędowych. Parametry eksploatacyjne napędów elektrycznych. Modelu optymalizacji napędów elektrycznych. Projektowanie systemów diagnostyki ze szczególnym uwzględnieniem układów mechatronicznych. Terminologia w zakresie diagnostyki technicznej. Eksploatacja, niezawodność i diagnostyka układów napędowych Projektowanie systemów diagnostyki przemysłowej oraz zintegrowanych układów diagnostycznych. Pomiary i interpretacja otrzymanych wyników z procesu pomiarów elektrycznych wielkości mechanicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Metoda określania niepewności pomiaru. Budowa i zasada działania podstawowych narzędzi pomiarowych. Oddziaływania przyrządów pomiarowych na badany obiekt. Układy pomiarowe. Budowa, zasady działania, zasady doboru, wady i zalety, sposoby sterowania i programowania nowoczesnych układów napędowych. Rodzaje, budowa i metody regulacji napędów elektrycznych. Parametry ruchu napędów, wpływ parametrów na przebiegi czasowe prędkości i przemieszczeń.
Grupa zajęć wybieralnych realizowanych w ramach specjalności ME8: „Mechatronic Systems Engineering”	29	K2A_W1 K2A_W2 K2A_W6 K2A_W7 K2A_W8 K2A_W9 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U9 K2A_U10 K2A_U11 K2A_U12 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Advanced computational methods of solving problems in mechatronics. The course covers both theory of computational methods and their practical aspects. The practical part of the course is connected with computational simulations of mechatronic structures and processes using computer aided engineering software based on the finite i boundary element method. Artificial neural networks. Deep learning. Genetic algorithms. Evolutionary algorithms. Evolutionary strategies. Fuzzy sets and fuzzy logic. Fuzzy controllers. Hybrid methods. Paradigms of programming. Program development methods. PLC programming paradigms. Microcontrollers programing aspects. Real time systems. Digital Signal Processing and Programming. FPGA in mechatronic applications. The emergence of holistic thinking. Mathematical models of systems. System dynamics. Conservative and dissipative systems. Multilevel structure of nature – multiscale modeling. Physics, control and cybernetics. Structures and hierarchies of systems. Systems of systems. Mechatronics as a part of systems theory and engineering. Review of design requirements. The division of roles in the project, system analysis of the project. Modeling. Simulation architecture and its implementation in a selected computing environment. Model verification and validation. Testing and simulations. System simulation scenarios. Design changes. Optimization attempt. Analysis of the results and conclusions. Basics of product life cycle management. Stages of product life cycle. Methods of product placing on the market. Methods used to manage the product at the stage of development. Methods used to manage the product at the stage of maturity. Methods used to manage the product at the stage of aging. The most common problems. Rapid prototyping. The “in the loop” techniques HIL, SIL, PIL. Continuum mechanics and coupled field theory. Constitutive modeling. Analytical, quasi-analytical and computational methods for solving coupled field equations. FEM for multiphysics simulations. Applications in mechatronics: structural, fluid, acoustic and

			thermal analysis; smart materials and structures, fluid-structure interaction, thermal-structural coupling. MEMS and NEMS.
Zajęć obieralne, realizowane jako Project/Problem Based Learning (PBL)	6	K2A_W5 K2A_W7 K2A_W8 K2A_U3 K2A_U5 K2A_U7 K2A_U8 K2A_K1	Zadania inżynierskie realizowane jako interdyscyplinarny projekt grupowy o tematyce zgodnej z wybraną specjalnością dyplomowania. Projekt grupowy nowoczesnego mechatronicznego środka technicznego. Praktyczne wykorzystanie zasad i metod interdyscyplinarnego projektowania mechatronicznego, rozumianego jako integrowanie i współdziałanie elementów i podzespołów z różnych obszarów technicznych.
Wstęp do pracy dyplomowej magisterskiej	4	K2A_W1 K2A_W2 K2A_W4 K2A_W5 K2A_W6 K2A_W7 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U10 K2A_K1	Praca przejściowa: Zastosowanie interdyscyplinarnej wiedzy i umiejętności nabytych podczas studiów na 2. stopniu kierunku "Mechatronika przemysłowa" do wstępnego rozwiązania zaawansowanego problemu inżynierskiego z zakresu kierunku studiów. Seminarium dyplomowe: Doskonalenie umiejętności prezentacji wyników swojej pracy przez studentów, monitorowanie postępów w zakresie realizacji tematu pracy dyplomowej magisterskiej oraz rozwijanie umiejętności uczestniczenia w twórczej i krytycznej dyskusji nad rozwiązaniami prezentowanymi przez uczestników seminarium.
Praca dyplomowa magisterska	20	K2A_W1 K2A_W2 K2A_W4 K2A_W5 K2A_W6 K2A_W7 K2A_W8 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U10 K2A_U11 K2A_K1	Zastosowanie interdyscyplinarnej wiedzy i umiejętności nabytych podczas studiów na 2. stopniu kierunku "Mechatronika przemysłowa" do całościowego rozwiązania zaawansowanego problemu inżynierskiego z zakresu kierunku studiów. Opracowanie treści pracy dyplomowej magisterskiej w konsultacji z promotorem. Zredagowanie końcowej wersji pracy dyplomowej magisterskiej zgodnie z wymaganiami Uczelni i dobrą praktyką. Przygotowanie dokumentacji wymaganej do dopuszczenia dyplomanta do egzaminu dyplomowego.
Zajęcia z uczelnianej bazy zajęć obieralnych	2	K2A_W5 K2A_U9 K2A_K1	Zapoznanie się z najnowszymi, interdyscyplinarnymi zagadnieniami z zakresu wybranej dyscypliny.

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia

Nazwa sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Opis sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się
Egzamin pisemny	Jako formy egzaminów pisemnych należy stosować eseje, raporty, krótkie ustrukturyzowane pytania lub testy jedno- i/lub wielokrotnego wyboru; wielokrotnej odpowiedzi, wyboru tak/nie i dopasowanie odpowiedzi w formie zadań do rozwiązania. Pytania otwarte, na które student przygotowuje odpowiedź w formie pisemnej, przy zachowaniu określonych rygorów czasowych.
Egzamin ustny	Egzamin ustny jest ukierunkowany na sprawdzenie wiedzy, na poziomie wyższym i nie ogranicza się wyłącznie do znajomości faktów, w szczególności służy sprawdzeniu poziomu zrozumienia, umiejętności przeprowadzania analiz, syntezy i rozwiązywania problemów.
Egzamin dyplomowy	W przypadku drugiego poziomu studiów egzamin dyplomowy składa się z trzech zasadniczych części, tj. przedstawienia komisji pracy dyplomowej w formie prezentacji, dyskusji nad przedstawionymi wynikami pracy i oceny tej dyskusji, a także oceny odpowiedzi na pytania otwarte, zadane przez członków komisji, mieszczące się w tematyce studiów drugiego stopnia.
Praca dyplomowa magisterska	Praca dyplomowa magisterska ma charakter projektu. Oceniana jest przez promotora i recenzenta.
Zaliczenie pisemne	Jako formę zaliczeń pisemnych stosuje się kartkówki i/lub kolokwia które mogą mieć charakter esejów, raportów, krótkich ustrukturyzowanych pytań lub testów jedno- i/lub wielokrotnego wyboru, wielokrotnej odpowiedzi, wyboru tak/nie i dopasowania odpowiedzi w formie zadań do rozwiązania.
Zaliczenie ustne	Zaliczenie ustne jest ukierunkowane na sprawdzenie wiedzy, na poziomie wyższym i nie ogranicza się wyłącznie do znajomości faktów, w szczególności służy sprawdzeniu poziomu zrozumienia, umiejętności przeprowadzania analiz, syntezy i rozwiązywania problemów.
Prezentacje multimedialne / referat	Prezentacje multimedialne/referaty mogą być indywidualne bądź zespołowe. Są ukierunkowane na przekazanie wiedzy na określony temat.
Aktywność na zajęciach	W ramach aktywności na zajęciach ocenia się przygotowanie studenta do zajęć, prowadzenie dyskusji, odpowiadanie na pytania prowadzącego, zadawanie pytań, wyrażanie własnych poglądów itp.
Udział w dyskusji	W trakcie dyskusji oceniane są: zaangażowanie w dyskusji, umiejętność podsumowania, umiejętność wartościowania. Dyskusje mogą mieć różnorodny charakter: dialog, wywiad, dyskusja obserwowana (panel), okrągły stół, dyskusja typu seminaryjnego.
Projekty	Projekt podlega na rozwiązywaniu przez studentów konkretnych problemów w oparciu o posiadaną wiedzę, umiejętności oraz kompetencje społeczne i personalne. Studenci pracują w małych zespołach projektowych lub indywidualnie.
Raport z badań	Raport z badań może dotyczyć prezentacji założeń pracy dyplomowej, badań dotyczących analizy dokumentów źródłowych, artykułów, książek, aktów prawnych i innych opracowań specjalistycznych, opracowań ilościowych i jakościowych danych zastanych i wywołanych.
Sprawozdanie z laboratorium	Sprawozdania mogą mieć formę papierową bądź elektroniczną. Może mieć formę artykułu lub raportu, w którym należy podać przebieg oraz cel wykonanych pomiarów, badań i obserwacji bądź też rozwiązania badań problemowych z wykorzystaniem specjalistycznego sprzętu/oprogramowania.
Prace domowe	Prace domowe przypadków, kasusów, mogą mieć różnorodną formę: esejów, raportów, opisu studiów, zadań problemowych, prezentacji multimedialnych, analizy opracowań naukowych, prac koncepcyjnych.
Obserwacja	Bezpośrednia obserwacja studenta w czasie wykonywania przez niego działań właściwych dla określonego obszaru zawodowego. Ocena pełnienia nałożonej studentowi funkcji w zespole.
Dokumentacja z praktyk	Dokumentacja z praktyk obejmuje następujące dokumenty: umowa o organizację praktyk, plan praktyk, harmonogram praktyk, sprawozdanie z praktyk, potwierdzenie odbycia praktyk.
Osiągnięcia kół naukowych	Informacja uzyskiwana przez ocenę środowisk zewnętrznych oraz recenzje lub opinie zewnętrzne (konkursy, wystawy, warsztaty wystąpienia na konferencjach, nagrody)