

Załącznik nr 6 do uchwały nr 29/2021 Senatu Politechniki Rzeszowskiej
Im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 27.05.2021 r.

Program studiów

Mechatronika

drugiego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki



1. Podstawowe informacje o kierunku

| | |
|---|--|
| Nazwa kierunku studiów | Mechatronika |
| Poziom studiów | drugiego stopnia |
| Profil studiów | ogólnoakademicki |
| Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów | inżynieria mechaniczna |
| Liczba semestrów | studia stacjonarne: 3 |
| Specjalności realizowane na kierunku | Informatyka i robotyka Komputerowo wspomagane projektowanie |
| Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów | 90 |
| Łączna liczba godzin zajęć | Informatyka i robotyka: 945 Komputerowo wspomagane projektowanie: 930 |
| Wymagania wstępne - rekrutacja | wymagania corocznie określone przez Senat PRZ |
| Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy | Magister |

2. Efekty uczenia się

| Symbol | Treść | Odniesienia do PRK |
|--------|--|--------------------|
| K_W01 | Zna poszerzony aparat matematyczny niezbędny do opisu złożonych zagadnień dotyczących mechaniki, mechatroniki i projektowania. | P7S_WG |
| K_W02 | Ma szczegółową wiedzę w zakresie kierunków studiów powiązanych z mechatroniką. | P7S_WG |
| K_W03 | Posiada specjalistyczną wiedzę związaną z wybranymi obszarami mechatroniki, robotyki i projektowania, oraz zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane w złożonych zadaniach inżynierskich z tych obszarów. | P7S_WG |
| K_W04 | Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu mechatroniki. | P7S_WG |
| K_W05 | Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej, potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej. | P7S_WK |
| K_U01 | Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim technicznym, integrować je, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie. | P7S_UW |
| K_U02 | Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik komunikacji w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim, przygotować i przedstawić krótkie opracowanie wyników własnych badań naukowych z zakresu mechatroniki w języku angielskim, ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. | P7S_UK |
| K_U03 | Potrafi przygotować opracowanie naukowe w języku polskim przedstawiające wyniki własnych badań naukowych. | P7S_UU |
| K_U04 | Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i ma umiejętność samokształcenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych. | P7S_UU |
| K_U05 | Potrafi posługiwać się odpowiednio dobranymi metodami analitycznymi i aplikacjami komputerowymi wspomagającymi projektowanie i wytwarzanie oraz realizującymi badania symulacyjne i eksperymentalne części i systemów mechatronicznych. | P7S_UO |
| K_U06 | Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – obejmujących projektowanie i wytwarzanie elementów i urządzeń mechatronicznych - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne oraz integrować wiedzę z zakresu mechatroniki. | P7S_UW |
| K_U07 | Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi. | P7S_UO |
| K_U08 | Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć naukowych z zakresu mechatroniki. | P7S_UW |
| K_U09 | Potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych. | P7S_UW |
| K_U10 | Potrafi dokonać identyfikacji i opracować specyfikację złożonych i nietypowych systemów mechatronicznych z uwzględnieniem aspektów pozatechnicznych. | P7S_UO |
| K_U11 | Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązywania zadań inżynierskich typowych dla mechatroniki, wybierać i stosować odpowiednie metody i narzędzia, stosować nowatorskie metody rozwiązywania złożonych i nietypowych zadań inżynierskich zawierających komponent badawczy. | P7S_UW |

| | | |
|-------|--|---------------|
| K_U12 | Potrafi zaprojektować oraz zrealizować złożone urządzenie lub system mechatroniczny zgodnie z zadaną specyfikacją i z uwzględnieniem aspektów pozatechnicznych, przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi, a w razie potrzeby opracowując nowe narzędzia. | P7S_UW |
| K_K01 | Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy. | P7S_KO |
| K_K02 | Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały z uzasadnieniem różnych punktów widzenia. | P7S_KK |
| K_K03 | Potrafi podporządkować się zasadom pracy w zespole, ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania. | P7S_KR |

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, w tym efekty w zakresie znajomości języka obcego, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

3. Plany studiów, ich parametry, metody weryfikacji oraz treści kształcenia

3.1. Informatyka i robotyka

3.1.1. Parametry planu studiów

| | |
|--|----------|
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia. | 38 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów. | 78 ECTS |
| Łączna 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. | 8 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru. | 53 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego. | 2 ECTS |
| Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego. | 15 godz. |

Szczegółowe informacje o:

- związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
- rozwińnięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=M&K=E&TK=html&S=276&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.1.2. Plan studiów

| Semest r | Jedn . | Nazwa zajęć | Wykład | Ćwiczenia/ Lektorat | Laboratorium | Projekt/ Seminariu m | Suma godzi n | Punkty ECTS | Egzami n | Oblig . |
|----------|--------|---|--------|------------------------|--------------|----------------------------|--------------------|----------------|-------------|------------|
| 1 | MA | Diagnostyka układów mechatronicznych | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 1 | MF | Informatyka techniczna | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 1 | MF | Inżynieria oprogramowania | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 1 | DJ | Język obcy techniczny | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 1 | FM | Matematyka | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 1 | MA | Mechanika analityczna | 15 | 30 | 0 | 0 | 45 | 5 | T | |
| 1 | MA | Projektowanie systemów mechatronicznych | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | T | |
| 1 | ZH | Przedmiot humanistyczny | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 1 | MA | Robotyzacja procesów | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 3 | T | |

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----|--|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|----------|----------|
| 1 | MI | Systemy pomiarowe | 30 | 0 | 30 | 0 | 60 | 4 | N | |
| Sumy za semestr: 1 | | | 195 | 75 | 135 | 30 | 435 | 30 | 3 | 0 |
| 2 | MT | Elastyczne systemy produkcyjne 1 | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 2 | FC | Fizyka | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 2 | MC | Historia techniki | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | 3 | N | |
| 2 | MA | Mechatronika techniczna | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 4 | N | |
| 2 | MA | Metody optymalizacji | 30 | 0 | 30 | 0 | 60 | 5 | T | |
| 2 | MO | Obrabiarki sterowane numerycznie | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 2 | MA | Programowanie robotów | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 4 | T | |
| 2 | MA | Urządzenia mechatroniczne | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 4 | N | |
| 2 | DL | WF | 0 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 | N | |
| 2 | MA | Zaawansowane sterowanie robotów | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 4 | N | |
| Sumy za semestr: 2 | | | 195 | 15 | 135 | 60 | 405 | 30 | 2 | 0 |
| 3 | MA | Praca dyplomowa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | N | |
| 3 | MA | Seminarium dyplomowe | 0 | 0 | 0 | 15 | 15 | 3 | N | |
| 3 | MA | Techniki wirtualnej rzeczywistości w mechatronice | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 4 | N | |
| 3 | MT | Zarządzanie strategiczne | 30 | 0 | 0 | 15 | 45 | 3 | N | |
| Sumy za semestr: 3 | | | 60 | 0 | 15 | 30 | 105 | 30 | 0 | 0 |
| SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY: | | | 450 | 90 | 285 | 120 | 945 | 90 | 5 | 0 |

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

3.1.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

| | |
|--|----------|
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin | 5 |
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej | 2 |
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej | 1 |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej | 5 godz. |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej | 2 godz. |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń | 52 godz. |
| Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu | 19 |

| | |
|---|-----------|
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej | 12 godz. |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej | 4 godz. |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych) | 14 godz. |
| Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria) | 12 |
| Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru | 6 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych | 35 godz. |
| Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu | 5 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji | 158 godz. |
| Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu. | 9 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych. | 57 godz. |

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=E&TK=html&S=276&C=2021>

3.1.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=E&TK=html&S=276&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

| | |
|---|--|
| Diagnostyka układów mechatronicznych | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wprowadzające. Diagnostyka. Cele diagnostyki. Rola diagnostyki w przemyśle oraz innych gałęziach gospodarki. Diagnostyka układów mechatronicznych. Zarządzanie danymi diagnostycznymi. Problem formatu danych diagnostycznych. Systemy i programy do wspomagania diagnostyki. Systemy SCADA. Ekonomiczne uwarunkowania diagnostyki. Diagnostyka układów a czynnik ludzki. Wpływ mentalności ludzi na skuteczność diagnostyki układów. Rola kadry kierowniczej w podejściu pracowników do diagnostyki. • Elementy składowe układów mechatronicznych. Napędy elektryczne, pneumatyczne, hydrauliczne, przekładnie zębate, łożyska, pompy, wentylatory, sprzęgła, wały i wirniki, przewody, okablowanie, elementy złączne. Typowe uszkodzenia elementów wykonawczych układów mechatronicznych. Wpływ bieżącego utrzymania urządzeń na diagnostykę i żywotność. • Sygnały diagnostyczne. Wybór sygnałów diagnostycznych. Sygnały skorelowane. Rola pomiarów w diagnostyce układów mechatronicznych. Metody przetwarzania i analizy sygnałów w diagnostyce. Rodzaje sygnałów. Analiza sygnałów w dziedzinie czasu. Analiza sygnałów w dziedzinie częstotliwości. Miary sygnałów. Zastosowanie transformaty Fouriera. Spektrogramy. Rola ciągłego monitorowania stanu układu. Progi alarmowe. Problem fałszywych alarmów. Czułość testów diagnostycznych • Diagnostyka łożysk tocznych. Typowe uszkodzenia łożysk tocznych: uszkodzenia bieżni zewnętrznej, wewnętrznej, uszkodzenia elementów tocznych, uszkodzenia koszyka. Sygnały drganiowe. Sygnały akustyczne. • Diagnostyka przekładni zębatach. Typowe uszkodzenia przekładni zębatach: uszkodzenia powierzchni zębów, pitting, zatarcia, pęknięcia zębów u nasady. Sygnały drganiowe. Diagnostyka olejowa. • Diagnostyka niewyważenia wału. Rozosiowanie wałów. • Trendy w diagnostyce układów mechatronicznych. Czujniki bezprzewodowe. Zdalny nadzór. Autodiagnostyka urządzeń. Diagnostyka procesów. Diagnostyka w układach zrobotyzowanych. Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w diagnostyce. Wykorzystanie powszechnie stosowanych urządzeń w diagnostyce, aplikacje na smartfony i tablety. • Zaliczenie wykładu/projektu | |
| Elastyczne systemy produkcyjne 1 | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |

| | |
|--|---------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do elastycznych systemów produkcyjnych (ESP): definicje podstawowe, istota elastyczności wytwarzania, przesłanki rozwoju, efekty ESP., podstawy budowy elastycznych systemów produkcyjnych: struktura systemu produkcyjnego, struktura funkcjonalna ESP, strategie organizacji produkcji Formy organizacji produkcji w ESP: skoncentrowana, gniazdowa i liniowa forma organizacji produkcji, systemy z centralnym magazynem produkcyjnym. Podsystem wytwarzania w ESP: wymagania i tendencje rozwojowe w budowie obrabiarek, modułowa budowa obrabiarek, produktywność i wydajność obrabiarek, elastyczność technologiczna, tendencje rozwojowe w budowie tokarek, możliwości technologiczne tokarek i centrów tokarskich, centra obróbkowe tokarskie, obrabiarki do części korpusowych, charakterystyka wybranych frezarek i centrów tokarskich, obrabiarki do obróbki szybkościowej HSC Podsystem przepływu przedmiotów obrabianych: definicje i funkcje podsystemu przepływu materiałów, podsystem transportu przedmiotów, klasyfikacja środków transportowych Podsystem składowania: klasyfikacja magazynów i podsystemów składowania, centralne magazyny przedmiotów, przystanowiskowe magazyny przedmiotów obrabianych, projektowanie podsystemu magazynowego Podsystem manipulacji: manipulacja i urządzenia manipulacyjne do przedmiotów obrotowych i korpusowych – klasyfikacja i charakterystyka. Podsystem przepływu narzędzi: elementy podsystemu zarządzania narzędziami, systemy narzędziowe w tokarkach i centrach obróbkowych, systemy kodowania narzędzi. Sterowanie produkcją w ESP: hierarchia sterowania produkcją, współpraca systemu sterowania produkcją z nadrzędnym systemem planowania, metody planowania produkcji, architektura systemów sterowania produkcją. Metody badania, projektowania i sterowania produkcją w ESP: modele sieci masowej obsługi, modele sieci Petriego, modele symulacyjne, modele programowania matematycznego. Zaliczenie Konfiguracja elastycznego zrobotyzowanego gniazda obróbkowego (EGO) Dobór kinematycznej struktury podsystemu manipulacji EGO Dobór podsystemu przepływu materiałów EGO Modelowanie i sterowanie przepływem produkcji w EGO z wykorzystaniem systemów obsługi masowej | |
| Fizyka | K_W01 |
| <ul style="list-style-type: none"> Fale elektromagnetyczne, kwantowa natura światła, hipoteza Plancka. Korpuskularno-falowa struktura materii, hipoteza de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga. Równanie Schroedingera, kwantowanie wielkości fizycznych Laser, zasada działania i jego zastosowania Nowe materiały we współczesnej technice. Budowa jądra atomowego, oddziaływania jądrowe, rozpady jądrowe, reakcje jądrowe, defekt masy, równoważność masy i energii. Energetyka jądrowa Rozwój nowoczesnych metod badawczych, przyrządów pomiarowych i ich wpływ na rozwój fizyki współczesnej i techniki, nanotechnologia. | |
| Historia techniki | |
| <ul style="list-style-type: none"> Nauka i technika przed naukowcami. Nauka i technika w starożytności. Średniowieczna nauka i technologia. Rewolucja naukowa w Renesansie. Pomiary naukowe i komunikacja. Oświecenie i rewolucja przemysłowa. Nauka i technika XIX wieku. Rozwój nowoczesnej nauki i technologii. Wielka nauka i społeczeństwo postindustrialne. Era informacji | |
| Informatyka techniczna | K_W02 |
| <ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień technicznych. Użycie metod interpolacji i aproksymacji do rozwiązywania zagadnień technicznych. Wykorzystanie algorytmów całkowania i różniczkowania numerycznego do obliczeń technicznych i naukowych. Metody numeryczne rozwiązywania równań różniczkowych i ich zastosowanie w technice i badaniach naukowych. Sprawdzian | |
| Inżynieria oprogramowania | K_W02 |
| <ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia oraz zakres dziedziny inżynierii oprogramowania Dobór stopnia formalizacji procesu wytwórczego – od CMMI do XP Wykorzystanie języka UML do modelowania systemów informatycznych: wprowadzenie, diagram przypadków użycia Wykorzystanie języka UML do modelowania systemów informatycznych: diagram aktywności, diagram sekwencji, diagram maszyny stanowej, diagram pakietów, diagram klas Metodyka RUP w modelowaniu systemu informatycznego Wykorzystanie możliwości narzędzi typu CASE do generowania szkieletu kodu źródłowego systemu i kodu dla systemu bazodanowego Zaliczenie pisemne Modelowanie dziedzinowe z wykorzystaniem uproszczonego diagramu klas Zbieranie i dokumentowanie wymagań funkcjonalnych i niefunkcjonalnych wobec systemu Modelowanie wymagań funkcjonalnych – model przypadków użycia Przypadki użycia - relacje: zawierania, rozszerzania, dziedziczenia Przypadki użycia - scenariusze: główne, alternatywne, wyjątku Kolokwium zaliczeniowe 1: zaliczenie część praktyczna Wizualizacja scenariusza przypadku użycia z wykorzystaniem diagramu aktywności Modelowanie analityczne: klasy graniczne, klasy kontrolne, encje Opracowywanie architektury systemu informatycznego Tworzenie diagramów klas Generowanie kodu źródłowego systemu w środowisku CASE Enterprise Architect Generowanie dokumentacji systemu informatycznego w narzędziu CASE Enterprise Architect Kolokwium zaliczeniowe 2: zaliczenie część pisemna | |
| Matematyka | K_W01 |
| <ul style="list-style-type: none"> Całki wielokrotne po obszarach normalnych. Twierdzenie o zmianie zmiennych - współrzędne walcowe i sferyczne. Całka krzywoliniowa skierowana i nieskierowana, twierdzenie Greena. Całka powierzchniowa zorientowana. Twierdzenie Gaussa-Ostrogradskiego. Układy równań różniczkowych liniowych. Twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności, metody rozwiązywania równań o stałych współczynnikach. Stabilność rozwiązań. Układy równań nieliniowych - metoda całek pierwszych. Równania różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu - twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań, metoda całek pierwszych. Równania rzędu drugiego - postać kanoniczna równania o stałych współczynnikach, metoda charakterystyk. Zastosowanie transformacji Laplace'a do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. | |
| Mechanika analityczna | K_W01, K_U01, K_U05 |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie w tematykę mechaniki technicznej. Omówienie zagadnień będących przedmiotem zajęć. Omówienie warunków zaliczenia modułu. Wybrane zagadnienia cyfrowego przetwarzania i analizy sygnałów pomiarowych. • Technika pomiaru przyspieszeń i sił. Kalibracja czujników drgań. Wzбудniki drgań. Pomiar sił statycznych i dynamicznych. Zastosowanie pomiaru przyspieszeń i sił w technice. • Tłumienie drgań w układach mechanicznych. Tłumienie pasywne i aktywne. Tłumienie hybrydowe. • Drgania sprzężone: drgania w płaszczyźnie. • Drgania parametryczne. • Drgania układów ciągłych. • Dynamika układów wirnikowych. Efekt żyroskopowy. Efekt Coriolisa. Zmienność częstości własnych w funkcji prędkości kątowej. Wykres Campbella. Zjawiska drganiowe w układach wirnikowych. • Diagnostyka techniczna układów mechanicznych. Sygnały diagnostyczne. Typowe uszkodzenia układów mechanicznych. • Wibrodiagnostyka łożysk tocznych. • Wibrodiagnostyka przekładni zębatych. • Wibrodiagnostyka połączeń spawanych. Metoda rezonansu akustycznego. Testy wibracyjne połączeń śrubowych. • Wybrane zagadnienia współczesnej mechaniki. • Symulacje i przetwarzanie sygnałów drgań. Transformacja Fouriera. Wyznaczanie i interpretacja widma drgań. • Pomiar przyspieszeń. Pomiar sił statycznych i dynamicznych. Przetwarzanie i analiza danych pomiarowych. • Tłumienie pasywne i hybrydowe - symulacja układu. • Drgania parametryczne. Drgania układów ciągłych. • Dynamika układów wirnikowych na przykładzie wirnika turbiny. • Widmo drgań łożyska tocznego – wyznaczenie charakterystycznych częstości drgań na podstawie struktury łożyska. Pomiar i analiza drgań wału z łożyskami tocznymi. Diagnostyka uszkodzeń łożyska. • Widmo drgań przekładni zębatej – wyznaczenie charakterystycznych częstości drgań na podstawie struktury i kinematyki przekładni. Pomiar i analiza drgań przekładni zębatej. • Zaliczenie laboratorium | <p>K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U10, K_U12</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie i pojęcia podstawowe • Aktory; napędy pneumatyczne oraz hydrauliczne we współczesnych systemach mechatronicznych. • Napędy elektryczne oraz ich zastosowanie w urządzeniach mechatronicznych. • Sensory (czujniki), własności oraz parametry; kryteria zastosowań w systemach mechatronicznych. • Systemy komunikacji w systemach mechatronicznych, warstwy fizyczne, sprzętowe oraz programowe w systemach mechatronicznych. • Układy sterowania systemów mechatronicznych, przegląd i charakterystyka elektronicznych układów sterowania stosowanych w systemach mechatronicznych. • Narzędzia budowy oprogramowania systemów mechatronicznych. • Zastosowania języków programowania wysokiego poziomu do budowy graficznych interfejsów sterowania systemami mechatronicznymi. • Języki programowanie wysokiego poziomu w sterowaniu manipulatorami przemysłowymi jako systemami mechatronicznymi. • Charakterystyka systemów SCADA w sterowaniu systemami mechatronicznymi. • Narzędzia budowy systemów SCADA oraz przykłady zastosowań. • Charakterystyka oraz przykłady oprogramowania do symulacji dynamiki elementów systemów mechatronicznych. • Charakterystyka oraz przykłady oprogramowania do zaawansowanych symulacji funkcjonowania systemów mechatronicznych. • Charakterystyka oraz przykłady oprogramowania do tworzenia fotorealistycznych prezentacji systemów mechatronicznych. • Charakterystyka oraz przykłady oprogramowania do zaawansowanych badań funkcjonowania rzeczywistych systemów mechatronicznych. • Projekt systemu mechatronicznego obejmujący przegląd istniejących rozwiązań; składający się z elementów mechanicznych, sensorycznych, elektronicznych oraz programowania. W ramach projektu ma być wykonany model CAD zaprojektowanego systemu, dobrane aktory oraz zaproponowane metody ich sterowania. Zamodelowane oraz odpowiednio dobrane mają być układy sensoryczne. Należy zaproponować rozwiązania dotyczące oprogramowania sterującego oraz metod wytwarzania komponentów systemu. Wyciągnięte mają być wnioski dotyczące możliwych zmian w budowie urządzenia, możliwej rozbudowy i kierunkowy rozwój. | <p>K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie, podział zadań optymalizacji, optymalizacja statyczna zadania optymalizacji statycznej, wprowadzenie do programowania liniowego. • Sformułowanie zadania programowania liniowego w postaci standardowej, metody rozwiązywania zadania programowania liniowego. • Metoda sympleksów, przykład analityczny. • Programowanie nieliniowe, analityczne rozwiązywanie zadania programowania nieliniowego, zadanie programowania nieliniowego bez ograniczeń. • Numeryczne rozwiązywanie zadań programowania nieliniowego bez ograniczeń, algorytmy bezgradientowe, algorytmy gradientowe • Numeryczne metody minimalizacji funkcji wielu zmiennych, analityczna metoda poszukiwania na kierunku, metoda najszybszego spadku. • Algorytm Newtona, algorytm quasi-newtonowski • Zastosowanie numerycznych metod minimalizacji funkcji wielu zmiennych bez ograniczeń, aproksymacja charakterystyk statycznych w warunkach deterministycznych. • Identyfikacja modeli liniowych w przestrzeni euklidesowej, identyfikacja modeli nieliniowych. • Zadanie programowania nieliniowego z ograniczeniami równościami, metoda mnożników Lagrange'a. • Algorytmy ewolucyjne, algorytmy genetyczne, podstawowe pojęcia algorytmów genetycznych, struktura podstawowego algorytmu genetycznego, opis działania algorytmu. • Optymalizacja dynamiczna, sformułowanie zadania optymalizacji dynamicznej, równania Eulera-Lagrange'a. • Programowanie dynamiczne Bellmana. • Adaptacyjne programowanie dynamiczne. • Zasada maksimum Pontriagina. • Elementy programowania liniowego, symulacja • Zadanie programowania liniowego-metoda graficzna, symulacja. • Zadanie programowania liniowego-metoda sympleksów, symulacja. • Zadanie programowania liniowego –metoda sympleksów – zastosowanie praktyczne • Zadanie programowania nieliniowego bez ograniczeń – metoda analityczna • Numeryczne metody minimalizacji funkcji wielu zmiennych bez ograniczeń Metoda najszybszego spadku metody numeryczne (gradientowe) • Numeryczne metody minimalizacji funkcji wielu zmiennych bez ograniczeń algorytm Newtona, quasi -newtonowski (Davidona-Fletcher-Powella) • Identyfikacja charakterystyk statycznych w warunkach deterministycznych, symulacja. • Zadanie programowania nieliniowego z ograniczeniami równościami, symulacja. • Algorytmy genetyczne, zadanie programowania nieliniowego, symulacja • Wyznaczanie ekstremali funkcjonalu, (zadanie wariacyjne z nieruchomymi końcami trajektorii), (Metoda mnożników Lagrange'a), symulacja. • Wyznaczanie optymalnego sterowania, programowanie dynamiczne Bellmana, symulacja. • Programowanie dynamiczne Bellmana w sterowaniu dynamicznym obiektem dyskretnym, symulacja. • Aproksymacyjne Programowanie dynamiczne, symulacja. • Aproksymacyjne Programowanie dynamiczne cd. Zaliczenie laboratorium | <p>K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11</p> |
| <p>Obrobiarki sterowane numerycznie</p> | <p>K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11</p> |

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC • Czynności eksploatacyjne i czynności związane z budową obrabiarek CNC, trendy rozwojowe w obróbce, teoria ustawiania obrabiarek CNC, dokumentacja techniczna obrabiarek CNC, rozwiązanie zadań obliczeniowych dotyczących ustawiania obrabiarek CNC • Korpusy obrabiarek, modułowa budowa obrabiarek, omówienie wzorów strukturalnych dotyczących kinematyki obrabiarek • Połączenia przewodnicowe w obrabiarkach CNC • Rozwiązania konstrukcyjne i zasady doboru • Napędy główne w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne wrzecion, technologiczne aspekty eksploatacji wrzecion, zasady wyboru rodzaju wrzeciona • Napędy osi posuwowych - rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne aspekty eksploatacji napędów osi posuwowych, zasady wyboru napędu • Sterowanie obrabiarek CNC (struktura układu sterowania numerycznego, programowanie, trendy rozwojowe) • Układy sensoryczne (klasyfikacja, zastosowanie, wybrane rozwiązania konstrukcyjne) • Badania obrabiarek CNC • Możliwości technologiczne obrabiarek CNC, nowe konstrukcje, obrabiarki hybrydowe, omówienie pytań na egzamin • Powtórzenie wiadomości • Ustawianie obrabiarek • Ustawianie tokarki, ustawianie frezarki, ustawianie szlifierki, pomiar narzędzi. Ćwiczenia mają na celu poznanie interfejsu układu CNC bez szczegółowego omawiania konfiguracji tokarek, frezarek i szlifierek. • Oprzyrządowanie technologiczne na obrabiarkach - zasady eksploatacji. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Badanie dokładności maszyn CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na tokarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na frezarkach CNC. • Wykonanie badań dotyczących wybranych zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC i opracowanie ich wyników (pomiar rozkładu temperatury lub pomiar drgań lub pomiar dokładności wymiarowo-kształtowej obrobionego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych). | K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U07, K_U08, K_U09 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Omówienie tematu, celu, zakresu, harmonogramu pracy dyplomowej. • Omówienie literatury związanej z tematem pracy dyplomowej. • Wymagania formalne i redakcyjne dotyczące pracy dyplomowej. • Struktura i treść rozdziałów. • Omówienie uzyskanych wyników. • Redakcja pracy. | |
| Programowanie robotów | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Opis zadań kinematyki robotów • Układy odniesienia w robotyce • Kalibracja robotów • Języki programowania robotów niskiego poziomu • Języki programowania robotów wysokiego poziomu • Programowanie robotów on-line • Programowanie robotów off-line • Przykłady języków programowania robotów • Omówienie języka MELFA roboty Mitsubishi • Omówienie języka KRL roboty Kuka • Omówienie języka Rapid roboty ABB • Przykłady narzędzi inżynierskich do programowania robotów • Oprogramowanie RT ToolBox2 - roboty Mitsubishi • Oprogramowanie KukaSimPro - roboty Kuka • Oprogramowanie RobotStudio - Roboty ABB • Programowanie manipulatora FESTO język G. • Oprogramowanie WinPisa • Oprogramowanie PicMaster • Współpraca robotów z systemem wizyjnym • Programy dedykowane pod aplikacje: kontrola siły skrawania, klejenie, spawanie itp. • Współpraca gniazd zrobotyzowanych z systemami SCADA • Kalibracja robota IRB 140 • Kalibracja robota IRB340 wsp. z systemem wizyjnym • Kalibracja robota Kuka KR5, • Kalibracja robota Mitsubishi RP-1AH • Programowanie robotów ABB w trybie on-line z wykorzystaniem panelu komunikacyjnego • Programowanie robotów Kuka trybie on-line z wykorzystaniem panelu komunikacyjnego • Programowanie robotów Mitsubishi w trybie on-line z wykorzystaniem panelu komunikacyjnego • Programowanie robotów Mitsubishi w środowisku RT ToolBox2 • Programowanie robotów Kuka w środowisku KukaSimPro • Programowanie robotów ABB w środowisku RobotStudio • Programowanie manipulatora FESTO • Oprogramowanie WinPisa • Oprogramowanie PicMaster • Współpraca robotów z systemem wizyjnym • Programy dedykowane pod aplikacje: kontrola siły skrawania, klejenie, spawanie itp. | |
| Projektowanie systemów mechatronicznych | K_W02 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zastosowania techniki cyfrowej, odzorowanie sygnałów w systemie cyfrowym, klasyfikacja układów cyfrowych. • Technologie układów cyfrowych, rodzaje układów scalonych. • Rodzaje, budowa funkcyjnych logicznych. • Opis funkcji logicznych w oparciu o algebrę Boole'a. • Minimalizacja funkcji logicznych, Tablice Karnaugh'a. Metoda Quine'a-McCluskey'a. • Sekwencyjne elementy cyfrowe - przerzutniki. • Sposoby realizacji przerzutników i ich zastosowanie. • Liczniki dwójkowe: asynchroniczne, synchroniczne; budowa działania. • Liczniki: rewersyjne, pierścieniowe, o różnych cyklach liczenia. Rejestry. • Systemy liczbowe. Rodzaje kodów liczbowych, kody binarne. • Kodery, dekodery, transkodery. • Multipleksery, demultipleksery, transmisja danych. • Przetworniki analogowo-cyfrowe. • Przetworniki cyfrowo-analogowe. • Elementy cyfrowe w układach złożonych. • Funktory logiczne w wersji RTL i TTL. • Funktory logiczne unipolarne. Budowa funkcyjnych na bazie funkcyjnych NAND i NOR. • Badanie przerzutników bistabilnych, monostabilnych. • Badanie przerzutników astabilnych i Schmitta. • Badanie liczników: dodających, odejmujących, modulo S. • Badanie wybranych konwerterów kodów. • Transmisja danych. Badanie przetworników a/c i c/a. • Zajęcia zaliczeniowe. | |
| Robotyzacja procesów | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Czynniki sprzyjające robotyzacji. Stan techniki w zakresie przemysłowego wykorzystania robotów na świecie. • Obserwowane trendy na świecie w zakresie zastosowania robotów w różnych obszarach życia człowieka. • Klasyfikacje robotów przemysłowych pod względem ich przeznaczenia do określonych zastosowań. Struktury sprzętowa i programowa robotów. • Zespoły wchodzące w skład robotów: mechaniczny, napędowy, pomiarowy, sterujący. • Efektory robotów przemysłowych. Chwytyki, narzędzia, systemy wymiany narzędzi. • Komponenty, urządzenia dodatkowe zrobotyzowanych stanowisk przemysłowych. Podajniki, przenośniki, magazyny, źródła energii, układy pomiarowe. • Układy sterowania robotów przemysłowych. Sterowanie: przełączalne, wielopunktowe, ciągłe, adaptacyjne. • Uwarunkowania społeczno-ekonomiczne wprowadzenia robotyzacji. Podatność procesów przemysłowych na robotyzację. • Techniczno-organizacyjne warunki wprowadzenia robotyzacji. Ekonomiczne efektywność robotyzacji. • Przemysłowe zastosowania robotów. Robotyzacja procesów spawania i zgrzewania; struktura spawalniczych stanowisk zrobotyzowanych. Specyfika działań robotów na stanowiskach spawalniczych. • Robotyzacja operacji łączeniowych:montaż, lutowanie, klejenie, spajanie. Algorytmy wykorzystywane przy wdrażeniu robotów do montażu. • Robotyzacja operacji transportowych i załadunku materiałów. Paletyzacja, obsługa pras, obsługa maszyn. • Robotyzacja procesów powierzchniowych: malowanie, szlifowanie, wygładzanie. Robotyzacja w procesach odlewniczych. • Robotyzacja procesów cięcia. Bezpieczeństwo zrobotyzowanych stanowisk przemysłowych. • Perspektywy robotyzacji procesów przemysłowych. Elastyczne linie produkcyjne. • Zajęcia organizacyjne. Wprowadzenie w tematykę ćwiczeń seminaryjno-projektowych. • Opis rozwiązań konstrukcyjnych, możliwości technicznych, zakresu i przykładów zastosowań w wybranych procesach przemysłowych robotów f-my ABB. • Opis rozwiązań konstrukcyjnych, możliwości technicznych, zakresu i przykładów zastosowań w wybranych procesach przemysłowych robotów f-my MOTOMAN. • Opis rozwiązań konstrukcyjnych, możliwości technicznych, zakresu i przykładów zastosowań w wybranych procesach przemysłowych robotów f-my KUKA. • Opis rozwiązań konstrukcyjnych, możliwości technicznych, zakresu i przykładów zastosowań w wybranych procesach przemysłowych robotów f-my ADEPT. • Opracowanie przeglądu i propozycje własne możliwych zastosowań robotów typu SCARA zwłaszcza w operacjach montażowych. • Opracowanie przeglądu i propozycje własne możliwych zastosowań w przemyśle robotów typu PUMA. • Opracowanie przeglądu istniejących rozwiązań i propozycje własne dotyczące możliwych struktur zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych. • Opracowanie przeglądu istniejących rozwiązań i propozycje własne dotyczące możliwych struktur | |
| zrobotyzowanych stanowisk do obsługi maszyn. • Opracowanie przeglądu istniejących rozwiązań i propozycje własne w zakresie zastosowań komponentów mechanicznych w budowie zrobotyzowanych systemów produkcyjnych. • Opracowania konfiguracji stanowisk zrobotyzowanych do różnych zastosowań przemysłowych w oparciu o dostępny na rynku specjalistyczny osprzęt firm światowych. • Przegląd i propozycje własne wykorzystania robotów w medycynie. Roboty chirurgiczne. • Opracowanie na temat tendencji rozwoju konstrukcji i zastosowań mobilnych robotów lądowych. • Opracowanie przeglądu zastosowań mini - i mikrorobotów zwłaszcza w aplikacjach medycznych. • Zajęcia zaliczeniowe. | |
| Seminarium dyplomowe | K_W05, K_U01, K_U02, K_U03, K_K02 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Metodologia i metodyka prac badawczych. • Mechatronika samochodów. • Materiały inteligentne w mechatronice. • Technika laserowa i światłowodowy w mechatronice. • Inteligentne budynki. • Referowanie realizowanych prac dyplomowych. | |
| Systemy pomiarowe | K_W03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Przetwarzanie sygnału pomiarowego: wzmacniacze i wykorzystanie wzmacniaczy • Przetworniki pomiarowe wybranych wielkości nieelektrycznych • Sygnał pomiarowy w dziedzinie częstotliwości i filtracja sygnału • Interfejsy cyfrowe w systemach pomiarowych • Inteligentna technika pomiarowa: klasyfikacja, metody pomiarowe • Komputer w technice pomiarowej, programowanie systemu pomiarowego • Projektowanie i badanie układów pomiarowych • Przetwarzanie analogowo-cyfrowe i przetworniki analogowo-cyfrowe, układy i urządzenia z przetwornikami | |
| Techniki wirtualnej rzeczywistości w mechatronice | K_W03, K_U05, K_U11 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Urządzenia mechatroniczne w pracy produkcyjnej • Planowanie obciążeń czasowych urządzeń • Okresowe przeglądy urządzeń mechatronicznych • Serwisowanie urządzeń mechatronicznych • Badania eksploatacyjne urządzeń • Diagnostyka urządzeń mechatronicznych • Naprawa i remonty układów mechatronicznych • Dokumentacja techniczno-ruchowa urządzeń mechatronicznych • Serwisowanie urządzeń na wybranych przykładach • Złomowanie oraz utylizacja układów mechatronicznych • Urządzenia mechatroniczne w pracy produkcyjnej na przykładzie gniazda zrobotyzowanego • Planowanie obciążeń czasowych robotów • Okresowe przeglądy urządzeń mechatronicznych na przykładzie robotów KUKA • Serwisowanie urządzeń mechatronicznych na przykładzie robota Mitsubishi • Badania eksploatacyjne urządzeń na przykładzie robota IRB340 z systemem wizyjnym PicMaster • Diagnostyka urządzeń mechatronicznych na przykładzie manipulatora FESTO • Naprawa i remonty układów mechatronicznych na przykładzie robotów mobilnych • Dokumentacja techniczno-ruchowa urządzeń mechatronicznych na wybranych przykładach | |
| Urządzenia mechatroniczne | K_W03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe terminy związane z mechatroniką, projektowaniem mechatronicznym, narzędziami projektowania mechatronicznego, metodami wytwarzania komponentów urządzeń mechatronicznych. • Cechy współczesnych urządzeń mechatronicznych, modułowe projektowanie urządzeń, podstawowe narzędzia doboru elementów urządzeń mechatronicznych. • Mechatroniczne podejście w projektowaniu urządzeń mechatronicznych, analiza zapotrzebowania rynku na urządzenia mechatroniczne, design urządzeń mechatronicznych, wpływ oprogramowania na funkcjonalność urządzeń mechatronicznych. • Przykłady i charakterystyka urządzeń mechatronicznych stosowanych w AGD i RTV. • Przykłady i charakterystyka urządzeń mechatronicznych stosowanych w rozwiązaniach audio-wizualnych. • Przykłady i charakterystyka urządzeń mechatronicznych stosowanych w rolnictwie i leśnictwie. • Przykłady i charakterystyka urządzeń mechatronicznych stosowanych w medycynie. • Przykłady i charakterystyka urządzeń mechatronicznych stosowanych w wojsku. • Przykłady i charakterystyka urządzeń mechatronicznych stosowanych w systemach bezpieczeństwa pojazdów. • Przykłady i charakterystyka urządzeń mechatronicznych stosowanych w systemach zwiększenia komfortu jazdy pojazdów. • Przykłady i charakterystyka urządzeń mechatronicznych wykorzystujących systemy nawigacji satelitarnej. • Roboty mobilne jako przykłady urządzeń mechatronicznych. • Manipulatory przemysłowe jako przykład urządzeń mechatronicznych. • Samochody autonomiczne jako przykład urządzeń mechatronicznych. • Przykłady i charakterystyka urządzeń mechatronicznych stosowanych w lotnictwie. • Projekt obejmujący przegląd wybranych typów urządzeń mechatronicznych, charakterystykę ich układów napędowych, zastosowanej elektroniki, napisanego oprogramowania. Analiza sposobu wykonania elementów wybranego urządzenia mechatronicznego, wnioski dotyczące możliwych zmian w budowie urządzenia, możliwej rozbudowy i kierunków rozwoju. | |

| | |
|---|--|
| WF | K_K03 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych formach fitness lub sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty. | |
| Zaawansowane sterowanie robotów | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie, Sterowanie neuronowe mobilnym robotem kołowym. • Adaptacyjno – odporne sterowanie ruchem nadeżnym 2-kołowego mobilnego robota. • Neuronowe sterowanie mobilnym robotem kołowym • Sterowanie neuronowe robotem manipulacyjnym • Sterowanie rozmyte mobilnym robotem kołowym • Neuronowe metody planowania bezkolizyjnych trajektorii - algorytm Braitenberga • Sterowanie behawioralne mobilnym robotem kołowym,elementarne zachowania: idź do celu,osiągnij środek wolnej przestrzeni, neuronowa realizacja algorytmu Braitenberga. • Sterowanie behawioralne- rozmyte metody planowania bezkolizyjnych trajektorii mobilnego robota • adaptacyjne sterowanie ruchem nadeżnym manipulatora-projekt i badania symulacyjne. • Adaptacyjno – odporne sterowanie ruchem nadeżnym 2-kołowego mobilnego robota-projekt i badania symulacyjne. • Neuronowe sterowanie mobilnym robotem kołowym- projekt i badania symulacyjne. • Sterowanie neuronowe robotem manipulacyjnym- projekt i badania symulacyjne. • Sterowanie rozmyte mobilnym robotem kołowym- projekt i badania symulacyjne. • Sterowanie behawioralne- rozmyte metody planowania bezkolizyjnych trajektorii - algorytm Braitenberga -projekt i badania symulacyjne. • Sterowanie behawioralne- rozmyte metody planowania bezkolizyjnych trajektorii mobilnego robota- projekt i badania symulacyjne. • Zaliczenie laboratorium | |
| Zarządzanie strategiczne | K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wstęp do zarządzania. Zarządzanie strategiczne. • Cykl produkcyjny. Struktura cyklu produkcyjnego i wytwarzania. • System produkcyjny i jego charakterystyka. • Projekt systemu produkcyjnego. • Harmonogram pracy komórki produkcyjnej. • Ewolucja systemów zarządzania i sterowania produkcją. • Lean Manufacturing – szczupłe (odchudzone) wytwarzanie. • Narzędzia w systemie szczupłego wytwarzania warunkujące i doskonalące system szczupłego wytwarzania. • Mapowanie strumienia wartości, podstawowe narzędzie Lean Manufacturing. • Tworzenie ciągłego i płynnego procesu przepływu. • Mapowanie strumienia wartości stan przyszły i jego wykorzystanie w praktyce. • Podsumowanie zajęć. • Zaliczenie • Tworzenie mapy strumienia wartości stanu obecnego. • Tworzenie mapy strumienia wartości stanu przyszłego. • Wykreślenie kompletnej mapy strumienia wartości stanu przyszłego. • Podsumowanie zajęć i zaliczenie przedmiotu. | |

3.2. Komputerowo wspomagane projektowanie

3.2.1. Parametry planu studiów

| | |
|--|----------|
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia. | 37 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów. | 78 ECTS |
| Łączna 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. | 8 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru. | 53 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego. | 2 ECTS |
| Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego. | 15 godz. |

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
3. rozwinięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=E&TK=html&S=277&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.2.2. Plan studiów

| Semest r | Jedn . | Nazwa zajęć | Wykład | Ćwiczenia/ Lektorat | Laboratorium | Projekt/ Seminarium | Suma godzi n | Punkty ECTS | Egzami n | Oblig . |
|----------|--------|---------------------------|--------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|-------------|----------|---------|
| 1 | MF | Informatyka techniczna | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 1 | MF | Inżynieria oprogramowania | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | N | |

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----|---|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|----------|----------|
| 1 | DJ | Język obcy techniczny | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 1 | FM | Matematyka | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 1 | MA | Mechanika analityczna | 15 | 30 | 0 | 0 | 45 | 5 | T | |
| 1 | MK | Modelowanie geometryczne i strukturalne | 15 | 0 | 0 | 45 | 60 | 5 | N | |
| 1 | MA | Projektowanie systemów mechatronicznych | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | T | |
| 1 | ZH | Przedmiot humanistyczny | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 1 | MK | Zintegrowane systemy komputerowe CAX | 0 | 0 | 45 | 0 | 45 | 4 | N | |
| Sumy za semestr: 1 | | | 135 | 75 | 135 | 45 | 390 | 30 | 2 | 0 |
| | | | | | | | | | | |
| 2 | MT | Elastyczne systemy produkcyjne 2 | 30 | 0 | 30 | 0 | 60 | 3 | N | |
| 2 | FC | Fizyka | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 2 | MC | Historia techniki | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | 3 | N | |
| 2 | MA | Mechatronika techniczna | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 4 | N | |
| 2 | MK | Metody obliczeń inżynierskich | 30 | 0 | 30 | 0 | 60 | 4 | N | |
| 2 | MK | Metody prototypowania | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 2 | MK | Nowoczesne systemy pomiarowe | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 2 | MO | Programowanie maszyn technologicznych | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 4 | T | |
| 2 | DL | WF | 0 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 | N | |
| 2 | MK | Zaawansowane metody modelowania CAD | 0 | 0 | 45 | 0 | 45 | 4 | T | |
| Sumy za semestr: 2 | | | 180 | 15 | 210 | 30 | 435 | 30 | 2 | 0 |
| | | | | | | | | | | |
| 3 | MK | Praca dyplomowa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | N | |
| 3 | MK | Seminarium dyplomowe | 0 | 0 | 0 | 15 | 15 | 3 | N | |
| 3 | MA | Techniki wirtualnej rzeczywistości w mechatronice | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 4 | N | |
| 3 | MT | Zarządzanie strategiczne | 30 | 0 | 0 | 15 | 45 | 3 | N | |
| Sumy za semestr: 3 | | | 60 | 0 | 15 | 30 | 105 | 30 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | |
| SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY: | | | 375 | 90 | 360 | 105 | 930 | 90 | 4 | 0 |

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

3.2.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

| | |
|---|-----------|
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin | 4 |
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej | 3 |
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej | 0 |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej | 5 godz. |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej | 0 godz. |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń | 109 godz. |
| Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu | 19 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej | 9 godz. |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej | 4 godz. |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych) | 14 godz. |
| Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria) | 12 |
| Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru | 8 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych | 58 godz. |
| Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu | 4 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji | 141 godz. |
| Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu. | 12 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych. | 93 godz. |

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=E&TK=html&S=277&C=2021>

3.2.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=E&TK=html&S=277&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

| | |
|--|--|
| Elastyczne systemy produkcyjne 2 | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
| <ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do elastycznych systemów produkcyjnych (ESP): definicje podstawowe, istota elastyczności wytwarzania, przesłanki rozwoju, efekty ESP. Podstawy budowy elastycznych systemów produkcyjnych: struktura systemu produkcyjnego, struktura funkcjonalna ESP, strategie organizacji produkcji. Formy organizacji produkcji w ESP: skoncentrowana, gniazdowa i liniowa forma organizacji produkcji, systemy z centralnym magazynem produkcyjnym. Podsystem wytwarzania w ESP: | |

| | |
|---|---------------------|
| wymagania i tendencje rozwojowe w budowie obrabiarek, modułowa budowa obrabiarek, produktywność i wydajność obrabiarek, elastyczność technologiczna, tendencje rozwojowe w budowie tokarek, możliwości technologiczne tokarek i centrów tokarskich, centra obróbkowe tokarskie, obrabiarki do części korpusowych, charakterystyka wybranych frezarek i centrów tokarskich, obrabiarki do obróbki szybkościowej HSC. • Podsystem przepływu przedmiotów obrabianych: definicje i funkcje podsystemu przepływu materiałów, podsystem transportu przedmiotów, klasyfikacja środków transportowych. • Podsystem składowania: klasyfikacja magazynów i podsystemów składowania, centralne magazyny przedmiotów, przystanowiskowe magazyny przedmiotów obrabianych, projektowanie podsystemu magazynowego. • Podsystem manipulacji: manipulacja i urządzenia manipulacyjne do przedmiotów obrotowych i korpusowych – klasyfikacja i charakterystyka. • Konfiguracja elastycznego zrobotyzowanego gniazda obróbkowego (EGO) • Dobór kinematycznej struktury podsystemu manipulacji EGO • Dobór podsystemu przepływu materiałów EGO • Programowanie robota Fanuc M10iA do obsługi wybranego procesu technologicznego • Szeregowanie zadań w EGO • Analiza niezawodności pracy EGO z wykorzystaniem modelu systemów obsługi masowej • Analiza efektywności pracy EGO z wykorzystaniem modelu systemów obsługi masowej • Kolokwium zaliczeniowe • Podsystem przepływu narzędzi: elementy podsystemu zarządzania narzędziami, systemy narzędziowe w tokarkach i centrach obróbkowych, systemy kodowania narzędzi. • Diagnostyka i nadzorowanie w ESP: ogólna charakterystyka metod diagnostyki technicznej, klasyfikacja i zadania podsystemu nadzorowania i diagnostyki w ESP, nadzorowanie i diagnostyka obrabiarek i urządzeń technologicznych. • Elastyczne stacje i systemy obróbkowe: cechy elastycznej automatyzacji w procesach obróbki skrawaniem, autonomiczne stacje obróbkowe, przegląd rozwiązań elastycznych systemów obróbkowych • Sterowanie produkcją w ESP: hierarchia sterowanie produkcją, współpraca systemu sterowania produkcją z nadrzędnym systemem planowania, metody planowania produkcji, architektura systemów sterowania produkcją • Metody badania, projektowania i sterowania produkcją w ESP: modele sieci masowej obsługi, modele sieci Petriego, modele symulacyjne, modele programowania matematycznego | |
| Fizyka | K_W01 |
| • Fale elektromagnetyczne, kwantowa natura światła, hipoteza Plancka. • Korpuskularno-falowa struktura materii, hipoteza de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga. • Równanie Schroedingera, kwantowanie wielkości fizycznych • Laser, zasada działania i jego zastosowania • Nowe materiały we współczesnej technice. • Budowa jądra atomowego, oddziaływania jądrowe, rozpady jądrowe, reakcje jądrowe, defekt masy, równoważność masy i energii. Energetyka jądrowa • Rozwój nowoczesnych metod badawczych, przyrządów pomiarowych i ich wpływ na rozwój fizyki współczesnej i techniki, nanotechnologia. | |
| Historia techniki | |
| • Nauka i technika przed naukowcami. • Nauka i technika w starożytności. • Średniowieczna nauka i technologia. • Rewolucja naukowa w Renesansie. • Pomiar naukowe i komunikacja. • Oświecenie i rewolucja przemysłowa. • Nauka i technika XIX wieku. • Rozwój nowoczesnej nauki i technologii. • Wielka nauka i społeczeństwo postindustrialne. • Era informacji | |
| Informatyka techniczna | K_W02 |
| • Wprowadzenie do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień technicznych. • Użycie metod interpolacji i aproksymacji do rozwiązywania zagadnień technicznych. • Wykorzystanie algorytmów całkowania i różniczkowania numerycznego do obliczeń technicznych i naukowych. • Metody numeryczne rozwiązywania równań różniczkowych i ich zastosowanie w technice i badaniach naukowych. • Sprawdzian | |
| Inżynieria oprogramowania | K_W02 |
| • Podstawowe pojęcia oraz zakres dziedziny inżynierii oprogramowania • Dobór stopnia formalizacji procesu wytwórczego – od CMMI do XP • Wykorzystanie języka UML do modelowania systemów informatycznych: wprowadzenie, diagram przypadków użycia • Wykorzystanie języka UML do modelowania systemów informatycznych: diagram aktywności, diagram sekwencji, diagram maszyny stanowej, diagram pakietów, diagram klas • Metodyka RUP w modelowaniu systemu informatycznego • Wykorzystanie możliwości narzędzi typu CASE do generowania szkieletu kodu źródłowego systemu i kodu dla systemu bazodanowego • Zaliczenie pisemne • Modelowanie dziedziny z wykorzystaniem uproszczonego diagramu klas • Zbieranie i dokumentowanie wymagań funkcjonalnych i niefunkcjonalnych wobec systemu • Modelowanie wymagań funkcjonalnych – model przypadków użycia • Przypadki użycia - relacje: zawierania, rozszerzania, dziedziczenia • Przypadki użycia - scenariusze: główne, alternatywne, wyjątku • Kolokwium zaliczeniowe 1: zaliczenie część praktyczna • Wizualizacja scenariusza przypadku użycia z wykorzystaniem diagramu aktywności • Modelowanie analityczne: klasy graniczne, klasy kontrolne, encje • Opracowywanie architektury systemu informatycznego • Tworzenie diagramów klas • Generowanie kodu źródłowego systemu w środowisku CASE Enterprise Architect • Generowanie dokumentacji systemu informatycznego w narzędziu CASE Enterprise Architect • Kolokwium zaliczeniowe 2: zaliczenie część pisemna | |
| Matematyka | K_W01 |
| • Całki wielokrotne po obszarach normalnych. Twierdzenie o zmianie zmiennych - współrzędne walcowe i sferyczne. Całka krzywoliniowa skierowana i nieskierowana, twierdzenie Greena. Całka powierzchniowa zorientowana. Twierdzenie Gaussa-Ostrogradskiego. • Układy równań różniczkowych liniowych. Twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności, metody rozwiązywania równań o stałych współczynnikach. Stabilność rozwiązań. Układy równań nieliniowych - metoda całek pierwszych. • Równania różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu - twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań, metoda całek pierwszych. Równania rzędu drugiego - postać kanoniczna równania o stałych współczynnikach, metoda charakterystyk. • Zastosowanie transformacji Laplace'a do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. | |
| Mechanika analityczna | K_W01, K_U01, K_U05 |

• Wprowadzenie w tematykę mechaniki technicznej. Omówienie zagadnień będących przedmiotem zajęć. Omówienie warunków zaliczenia modułu. Wybrane zagadnienia cyfrowego przetwarzania i analizy sygnałów pomiarowych. • Technika pomiaru przyspieszeń i sił. Kalibracja czujników drgań. Wzbudniki drgań. Pomiar sił statycznych i dynamicznych. Zastosowanie pomiaru przyspieszeń i sił w technice. • Tłumienie drgań w układach mechanicznych. Tłumienie pasywne i aktywne. Tłumienie hybrydowe. • Drgania sprzężone: drgania w płaszczyźnie. • Drgania parametryczne. • Drgania układów ciągłych. • Dynamika układów wirnikowych. Efekt żyroskopowy. Efekt Coriolisa. Zmienność częstości własnych w funkcji prędkości kątowej. Wykres Campbella. Zjawiska drganiowe w układach wirnikowych. • Diagnostyka techniczna układów mechanicznych. Sygnały diagnostyczne. Typowe uszkodzenia układów mechanicznych. • Wibrodiagnostyka łożysk tocznych. • Wibrodiagnostyka przekładni zębatych. • Wibrodiagnostyka połączeń spawanych. Metoda rezonansu akustycznego. Testy wibracyjne połączeń śrubowych. • Wybrane zagadnienia współczesnej mechaniki. • Symulacje i przetwarzanie sygnałów drgań. Transformacja Fouriera. Wyznaczanie i interpretacja widma drgań. • Pomiar przyspieszeń. Pomiar sił statycznych i dynamicznych. Przetwarzanie i analiza danych pomiarowych. • Tłumienie pasywne i hybrydowe - symulacja układu. • Drgania parametryczne. Drgania układów ciągłych. • Dynamika układów wirnikowych na przykładzie wirnika turbiny. • Widmo drgań łożyska tocznego - wyznaczenie charakterystycznych częstości drgań na podstawie struktury łożyska. Pomiar i analiza drgań wału z łożyskami

tocznymi. Diagnostyka uszkodzeń łożyska. • Widmo drgań przekładni zębatej – wyznaczenie charakterystycznych częstości drgań na podstawie struktury i kinematyki przekładni. Pomiar i analiza drgań przekładni zębatej. • Zaliczenie laboratorium

| | |
|-------------------------|---|
| Mechatronika techniczna | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U10, K_U12 |
|-------------------------|---|

• Wprowadzenie i pojęcia podstawowe • Aktory; napędy pneumatyczne oraz hydrauliczne we współczesnych systemach mechatronicznych. • Napędy elektryczne oraz ich zastosowanie w urządzeniach mechatronicznych. • Sensory (czujniki), własności oraz parametry; kryteria zastosowań w systemach mechatronicznych. • Systemy komunikacji w systemach mechatronicznych, warstwy fizyczne, sprzętowe oraz programowe w systemach mechatronicznych. • Układy sterowania systemów mechatronicznych, przegląd i charakterystyka elektronicznych układów sterowania stosowanych w systemach mechatronicznych. • Narzędzia budowy oprogramowania systemów mechatronicznych. • Zastosowania języków programowania wysokiego poziomu do budowy graficznych interfejsów sterowania systemami mechatronicznymi. • Języki programowania wysokiego poziomu w sterowaniu manipulatorami przemysłowymi jako systemami mechatronicznymi. • Charakterystyka systemów SCADA w sterowaniu systemami mechatronicznymi. • Narzędzia budowy systemów SCADA oraz przykłady zastosowań. • Charakterystyka oraz przykłady oprogramowania do symulacji dynamiki elementów systemów mechatronicznych. • Charakterystyka oraz przykłady oprogramowania do zaawansowanych symulacji funkcjonowania systemów mechatronicznych. • Charakterystyka oraz przykłady oprogramowania do tworzenia fotorealistycznych prezentacji systemów mechatronicznych. • Charakterystyka oraz przykłady oprogramowania do zaawansowanych badań funkcjonowania rzeczywistych systemów mechatronicznych. • Projekt systemu mechatronicznego obejmujący przegląd istniejących rozwiązań; składający się z elementów mechanicznych, sensorycznych, elektronicznych oraz programowania. W ramach projektu ma być wykonany model CAD zaprojektowanego systemu, dobrane aktory oraz zaproponowane metody ich sterowania. Zamodelowane oraz odpowiednio dobrane mają być układy sensoryczne. Należy zaproponować rozwiązania dotyczące oprogramowania sterującego oraz metod wytwarzania komponentów systemu. Wyciągnięte mają być wnioski dotyczące możliwych zmian w budowie urządzenia, możliwej rozbudowy i kierunków rozwoju.

| | |
|-------------------------------|--|
| Metody obliczeń inżynierskich | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
|-------------------------------|--|

• Omówienie podstawowych metody komputerowych obliczeń, ich specyfiki wykorzystania w trakcie projektowania inżynierskiego. Przegląd podstawowych solverów komercyjnych oraz ich możliwości wykorzystania w projektowych pracach inżynierskich. • Wprowadzenie do problematyki MES. Algorytmy obliczeniowe MES. Płaski stan naprężenia i odkształcenia. Wybrane przykłady problemów nieliniowych. Model geometryczny konstrukcji, warunki brzegowe. Charakterystyka i dobór elementów skończonych, dyskretyzacja obszaru analizy. Analiza statyczna i dynamiczna MES konstrukcji dwu- i trójwymiarowych. Ocena wyników, wiarygodność modeli obliczeniowych MES. • Ogólny algorytm postępowania w MES. • Zapoznanie się z interfejsem i strukturą wybranego programu MES. Omówienie głównych modułów analizy MES programu oraz zasad poruszania się w programie. Sposoby tworzenia modelu bezpośrednio lub przez import. Dyskretyzacja modelu geometrycznego, modele materiałowe, modele tarcia, warunki kontaktowe oraz warunki brzegowe, rodzaje analiz, typy elementów.

| | |
|-----------------------|--|
| Metody prototypowania | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
|-----------------------|--|

• Student zna metody projektowania 3D-CAD dedykowanego dla przyrostowych systemów wytwórczych • Student potrafi przeprowadzić obróbkę danych modelu 3D-CAD i przygotować dane do procesu wytwórczego • Student potrafi posługiwać się wybranym systemem przyrostowego wytwarzania prototypów • Student potrafi wykonać prototyp z zastosowaniem pośredniej metody prototypowania • Student potrafi przeprowadzić proces postprocessingu i obróbki wykończeniowej na prototypie • Student poznaje metody modelowania i obróbki danych dla procesu szybkiego prototypowania wyrobów śledząc uważnie treści wykładu • Student poznaje metody i sposoby obróbki danych w procesie RP śledząc uważnie treść wykładu, zadaje pytania w celu uzyskania dodatkowych informacji • Student poznaje nowoczesne metody RP sposoby wykonywania modeli fizycznych oraz możliwości zastosowania praktycznego prototypów

| | |
|---|--|
| Modelowanie geometryczne i strukturalne | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
|---|--|

• Filozofia modelowania struktur w środowisku CATIA. • Tworzenie tablic projektowych i obiektów wieloprzekrojowych ze ścieżkami. • Modelowanie geometrii wieloprzekrojowej z kręgosłupem. Modelowanie elementów giętych z blach. • Rozwijanie elementów giętych z blach. Elementy o kombinowanej geometrii. • Modyfikacja bryłowych obiektów geometrycznych poprzez przyszywanie powierzchni. Geometria złożona i gładkość powierzchni. • Powierzchnie pogrubione i elipsoidalne. Powierzchnie z zmiennej ciążłości. • Powierzchnie odsunięte. Zaokrąglenie powierzchni złożonych. • Rozwiązywanie nietypowych problemów geometrycznych (diabolo).

| | |
|------------------------------|--|
| Nowoczesne systemy pomiarowe | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
|------------------------------|--|

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Podstawy, zasada działania i budowa współrzędnościowych maszyn pomiarowych oraz optycznych urządzeń pomiarowych Współrzędnościowe pomiary odchyłek kształtu i położenia prowadzone z zastosowaniem współrzędnościowych maszyn pomiarowych Współrzędnościowe pomiary odchyłek kształtu i położenia prowadzone z zastosowaniem optycznych urządzeń pomiarowych Pomiary elementów typu łopatka turbiny oraz korpus z zastosowaniem stykowych oraz bezstykowych współrzędnościowych urządzeń pomiarowych Pomiary kół zębatych z zastosowaniem stykowych oraz bezstykowych współrzędnościowych urządzeń pomiarowych | K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U07, K_U08, K_U09 |
| Praca dyplomowa | |
| <ul style="list-style-type: none"> Omówienie tematu, celu, zakresu pracy dyplomowej. Wymagania formalne i redakcyjne dotyczące pracy dyplomowej. Struktura i podział rozdziałów. Omówienie uzyskanych wyników. Redakcja pracy. | |
| Programowanie maszyn technologicznych | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
| <ul style="list-style-type: none"> Zasady programowania maszyn CNC. Cechy charakterystyczne programowania obrabiarek CNC. Formaty bloków informacji. Programowanie ręczne obrabiarek CNC. Programowanie funkcji przygotowawczych i pomocniczych. Programowanie interpolacji liniowej i kołowej. Programowanie korekcji toru ruchu narzędzi. Programowanie cykli stałych. Programowanie parametryczne. Przykłady programowania ręcznego. Programowanie automatyczne CAD/CAM obrabiarek CNC. Cechy charakterystyczne programowania automatycznego. Program źródłowy. Modelowanie bryłowe i powierzchniowe. Tworzenie ścieżek narzędzi. Symulacja danych pośrednich. Generowanie programów sterujących. Przykłady programowania automatycznego. Sprawdzanie programów sterujących. Symulacja programów sterujących. Optymalizacja programów sterujących. Budowa i obsługa stanowisk do wykonywania programów sterujących. Obsługa symulatorów układów sterujących obrabiarkami CNC. Transmisja danych komputer PC - sterownik CNC. Wprowadzanie i symulacja danych dotyczących interpolacji liniowej i kołowej. Zapis i symulacja korekcji toru ruchu narzędzi. Wprowadzanie danych programowania parametrycznego do sterowników CNC i ich analiza. Wprowadzanie do sterowników CNC i symulacja przykładowych programów sterujących otrzymanych metodą programowania ręcznego. Modelowanie bryłowe przykładowych przedmiotów za pomocą programu CAD/CAM. Tworzenie | |
| <ul style="list-style-type: none"> ścieżek narzędzi dla obróbki przykładowych przedmiotów. Symulacja danych pośrednich za pomocą programu CAD/CAM. Generowanie programów sterujących obróbką przykładowych przedmiotów. Transmisja utworzonych programów do sterowników CNC w sieci komputer PC - sterownik CNC. Symulacja programów sterujących na sterownikach CNC. | |
| Projektowanie systemów mechatronicznych | K_W02 |
| <ul style="list-style-type: none"> Zastosowania techniki cyfrowej, odzorowanie sygnałów w systemie cyfrowym, klasyfikacja układów cyfrowych. Technologie układów cyfrowych, rodzaje układów scalonych. Rodzaje, budowa funkcyjnych logicznych. Opis funkcji logicznych w oparciu o algebrę Boole'a. Minimalizacja funkcji logicznych, Tablice Karnaugh'a. Metoda Quine'a-McCluskey'a. Sekwencyjne elementy cyfrowe - przerzutniki. Sposoby realizacji przerzutników i ich zastosowanie. Liczniki dwójkowe: asynchroniczne, synchroniczne; budowa działania. Liczniki: rewersyjne, pierścieniowe, o różnych cyklach liczenia. Rejestry. Systemy liczbowe. Rodzaje kodów liczbowych, kody binarne. Kodery, dekodery, transkodery. Multipleksery, demultipleksery, transmisja danych. Przetworniki analogowo-cyfrowe. Przetworniki cyfrowo-analogowe. Elementy cyfrowe w układach złożonych. Funktory logiczne w wersji RTL i TTI. Funktory logiczne unipolarne. Budowa funkcyjnych na bazie funkcyjnych NAND i NOR. Badanie przerzutników bistabilnych, monostabilnych. Badanie przerzutników astabilnych i Schmitta. Badanie liczników: dodających, odejmujących, modulo S. Badanie wybranych konwerterów kodów. Transmisja danych. Badanie przetworników a/c i c/a. Zajęcia zaliczeniowe. | |
| Seminarium dyplomowe | K_W05, K_U01, K_U02, K_U03, K_K02 |
| <ul style="list-style-type: none"> Temat pracy dyplomowej, rodzaj pracy, promotor. Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (teoretyczna, technologiczna, konstrukcyjna, badawczo-doświadczalna). Pierwsze referowanie pracy. Temat, cel i zakres pracy, harmonogram realizacji pracy, spodziewane wyniki. Referowanie pracy c. d. Metodyka badań komputerowych i stanowiskowych. Drugie referowanie pracy. Temat (usciesnienie lub jego zmiana), cel i zakres pracy. Omówienie uzyskanych wyników, sformułowania wniosków. Dyskusja studentów i prowadzącego seminarium z referentem, dotycząca sposobu referowania i treści pracy. Kryteria i warunki oceny pracy dyplomowej. Sposób referowania pracy w czasie obrony. prezentacja pracy i uzyskanych wyników. Prezentacja wizualna tego, co zrobiono jak również osiągniętych wyników. Podsumowanie tematyki i zajęć seminaryjnych. Inne spostrzeżenia i zalecenia dotyczące obrony. Zaliczenie seminarium dyplomowego. | |
| Techniki wirtualnej rzeczywistości w mechatronice | K_W03, K_U05, K_U11 |
| <ul style="list-style-type: none"> Urządzenia mechatroniczne w pracy produkcyjnej Planowanie obciążeń czasowych urządzeń Okresowe przeglądy urządzeń mechatronicznych Serwisowanie urządzeń mechatronicznych Badania eksploatacyjne urządzeń Diagnostyka urządzeń mechatronicznych Naprawa i remonty układów mechatronicznych Dokumentacja techniczno-ruchowa urządzeń mechatronicznych Serwisowanie urządzeń na wybranych przykładach Złomowanie oraz utylizacja układów mechatronicznych Urządzenia mechatroniczne w pracy produkcyjnej na przykładzie gniazda zrobotyzowanego Planowanie obciążeń czasowych robotów Okresowe przeglądy urządzeń mechatronicznych na przykładzie robotów KUKA Serwisowanie urządzeń mechatronicznych na przykładzie robota Mitshubishi Badania eksploatacyjne urządzeń na przykładzie robota IRB340 z systemem wizyjnym PicMaster Diagnostyka urządzeń mechatronicznych na przykładzie manipulatora FESTO Naprawa i remonty układów mechatronicznych na przykładzie robotów mobilnych Dokumentacja techniczno-ruchowa urządzeń mechatronicznych na wybranych przykładach | |
| WF | K_K03 |
| <ul style="list-style-type: none"> Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych formach fitness lub sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty. | |
| Zaawansowane metody modelowania CAD | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Rozwijanie powierzchni rozwijalnych i nierozwijalnych (z deformacjami). • Stosowanie praw geometrycznych i analitycznych. • Optymalizacja (algorytm symulowanego wyżarzania). • Projektowanie z użyciem eksperymentu (DOE). • Analiza MES obiektu o złożonej geometrii. • Modelowanie zmiennych powierzchni śrubowych. • Modelowanie poprzez deformacje. • Modelowanie struktur podobnych geometrycznie. • Modelowanie poprzez morfing. • Odtwarzanie geometrii 3D z rzutów 2D. | |
| Zarządzanie strategiczne | K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wstęp do zarządzania. Zarządzanie strategiczne. • Cykl produkcyjny. Struktura cyklu produkcyjnego i wytwarzania. • System produkcyjny i jego charakterystyka. • Projekt systemu produkcyjnego. • Harmonogram pracy komórki produkcyjnej. • Ewolucja systemów zarządzania i sterowania produkcją. • Lean Manufacturing – szczupłe (odchudzone) wytwarzanie. • Narzędzia w systemie szczupłego wytwarzania warunkujące i doskonalące system szczupłego wytwarzania. • Mapowanie strumienia wartości, podstawowe narzędzie Lean Manufacturing. • Tworzenie ciągłego i płynnego procesu przepływu. • Mapowanie strumienia wartości stan przyszły i jego wykorzystanie w praktyce. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie • Tworzenie mapy strumienia wartości stanu przyszłego. • Wykreślenie kompletnej mapy strumienia wartości stanu przyszłego. • Podsumowanie zajęć i zaliczenie przedmiotu. | |
| Zintegrowane systemy komputerowe CAX | K_W03, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U11 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do aktualnej wersji programu Autodesk Inventor - omówienie najistotniejszych zmian w programie • Modelowanie i analiza wytrzymałościowa konstrukcji ramowych z zastosowaniem generatora ram • Modelowanie konstrukcji blachowych z zastosowaniem generatora • Projektowanie i modelowanie konstrukcji spawanych z użyciem generatora • Parametryzacja części i zespołów • Tworzenie i wykorzystanie elementów inteligentnych iPart, iFeatures, iMate, iAssembly • Analiz MES części i zespołów maszynowych • Symulacja dynamiczna typowych mechanizmów. Przeprowadzenie analiz MES w oparciu o wyniki symulacji dynamicznej. • Modelowanie powierzchniowe i hybrydowe • Modelowanie krzywych cyklicznych i kół zębatych w środowisku tworzenia części • Projektowanie wałów maszynowych z użyciem narzędzi projektowania funkcjonalnego • Dostępne formaty zapisu plików (migracja danych w systemach CAD). Praca na plikach przygotowanych w innych systemach. • Przygotowanie danych na potrzeby innych systemów. • Zaliczenie | |