

WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA
im. Jarosława Dąbrowskiego
WYDZIAŁ MECHATRONIKI, UZBROJENIA I LOTNICTWA

PROGRAM STUDIÓW

Poziom studiów: studia drugiego stopnia

Kierunek studiów: LOTNICTWO I KOSMONAUTYKA

Profil studiów: ogólnoakademicki

Forma studiów: studia stacjonarne

***Uchwała Senatu Wojskowej Akademii Technicznej
im Jarosława Dąbrowskiego
nr 115/WAT/2022 z dnia 22 grudnia 2022 r.***

Obowiązuje od roku akademickiego 2022 / 2023

Warszawa

2022

PROGRAM STUDIÓW

dla kierunku studiów „Lotnictwo i Kosmonautyka”

Poziom studiów: studia drugiego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki

Forma(y) studiów: studia stacjonarne

Tytuł zawodowy nadawany absolwentom: magister inżynier

Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji: siódmy

Kierunek studiów przyporządkowany jest do:

Dziedzina nauki nauki inżyniersko-techniczne

Dyscyplina naukowa inżynieria mechaniczna, 70% punktów ECTS

Dziedzina nauki nauki inżyniersko-techniczne

Dyscyplina naukowa automatyka, elektronika i elektrotechnika, 30% punktów ECTS

Dyscyplina wiodąca:¹ inżynieria mechaniczna

Język studiów: polski

Liczba semestrów: trzy

Łączna liczba godzin:

Awionika	910
Samoloty i śmigłowce	910
Napędy lotnicze	910

Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów: 90

Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć:

- prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:

Awionika	52
Samoloty i śmigłowce	52
Napędy lotnicze	52

- z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych²: 8

¹ w przypadku przyporządkowania kierunku studiów do więcej niż jednej dyscypliny naukowej;

² nie dotyczy kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.

Opis zakładanych efektów uczenia się uwzględnia:

- uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w załączniku do ustawy z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji
- charakterystyki drugiego stopnia określone w załączniku do rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji, w tym również umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich³

i jest ujęty w trzech kategoriach:

- kategoria **wiedzy (W)**, która określa:
 - zakres i głębię (**G**) - kompletność perspektywy poznawczej i zależności,
 - kontekst (**K**) - uwarunkowania, skutki;
- kategoria **umiejętności (U)**, która określa:
 - w zakresie wykorzystania wiedzy (**W**) - rozwiązywane problemy i wykonywane zadania,
 - w zakresie komunikowania się (**K**) - odbieranie i tworzenie wypowiedzi, upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym i posługiwanie się językiem obcym,
 - w zakresie organizacji pracy (**O**) - planowanie i pracę zespołową,
 - w zakresie uczenia się (**U**) - planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób;
- kategoria **kompetencji społecznych (K)** - która określa:
 - w zakresie ocen (**K**) - krytyczne podejście,
 - w zakresie odpowiedzialności (**O**) - wypełnianie zobowiązań społecznych i działanie na rzecz interesu publicznego,
 - w odniesieniu do roli zawodowej (**R**) - niezależność i rozwój etosu.

³ dotyczy kierunków studiów, absolwentom którym nadawany jest tytuł zawodowy: inż., mgr inż.

Objaśnienie oznaczeń:

- w kolumnie **symbol i numer efektu**:

- K - kierunkowe efekty uczenia się;

- W, U, K (po podkreślniku) - kategoria - odpowiednio: **wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych**;

- 01, 02, 03, - numer efektu uczenia się;

- w kolumnie **kod składnika opisu**⁴ - Inż⁵_P6/7S⁶_WG - kod składnika opisu charakterystyk drugiego stopnia dla kwalifikacji na poziomie 6 lub 7 Polskiej Ramy Kwalifikacji.

symbol i numer efektu	opis zakładanych efektów uczenia się	kod składnika opisu
WIEDZA Absolwent:		
K2_W01	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie wybranych działów matematyki, obejmującą elementy matematyki dyskretniej i stosowanej oraz metody optymalizacji, w tym metody matematyczne niezbędne do: 1) modelowania i analizy zjawisk fizycznych występujących podczas lotu statków powietrznych i kosmicznych, 2) opisu i analizy działania oraz syntezy układów, urządzeń, instalacji i systemów statków powietrznych i kosmicznych, w tym systemów diagnostycznych i bezpieczeństwa, oraz metod rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych opisujących kluczowe zagadnienia z zakresu lotnictwa i kosmonautyki	P7S_WG
K2_W02	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki, obejmującą fizykę atmosfery, podstawy fizyki kwantowej i fizykę ciała stałego, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości zaawansowanych materiałów stosowanych w technologiach lotniczych i kosmicznych	P7S_WG
K2_W03	ma pogłębioną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie budowy, optymalizacji i eksploatacji konstrukcji lotniczych, w tym wiedzę niezbędną do korzystania z systemów komputerowego wspomaganie obliczeń oraz procesu projektowania i wytwarzania	P7S_WG
K2_W04	ma pogłębioną i podbudowaną teoretycznie rozszerzoną wiedzę w zakresie budowy, optymalizacji i eksploatacji napędów lotniczych i kosmicznych	P7S_WG
K2_W05	ma pogłębioną wiedzę w zakresie urządzeń wchodzących w skład systemów: płatowcowych, napędowych, awionicznych i systemów wyposażenia specjalnego statków powietrznych	P7S_WG
K2_W06	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie i rozszerzoną wiedzę w zakresie identyfikacji zagrożeń, analizy ryzyka i zarządzania bezpieczeństwem w procesie ciągłej	P7S_WG

⁴ 6/7 - pozostawić właściwe;

⁵ w przypadku kompetencji inżynierskich;

	zdatności obiektów latających, ma uporządkowaną wiedzę w zakresie systemów i strategii eksploatacji	
K2_W07	rozumie metodykę projektowania złożonych układów, urządzeń oraz systemów statku powietrznego; zna języki opisu sprzętu i komputerowe narzędzia do projektowania i symulacji pracy układów i systemów	P7S_WG
K2_W08	ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę w zakresie konstrukcji i procesów wytwarzania układów, urządzeń, instalacji i systemów statku powietrznego, a także wpływu parametrów tych procesów na parametry konstrukcyjne i użytkowe	P7S_WG
K2_W09	zna i rozumie zaawansowane metody modelowania, identyfikacji i optymalizacji stosowane w projektowaniu układów, urządzeń, instalacji i systemów statków powietrznych i kosmicznych	P7S_WG
K2_W10	ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w zakresie lotnictwa i kosmonautyki i w mniejszym stopniu – mechatroniki, automatyki, robotyki, elektroniki i telekomunikacji	P7S_WK
K2_W11	zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości w branży lotniczej	P7S_WK
UMIEJĘTNOŚCI Absolwent:		
K2_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie	P7S_UW
K2_U02	potrafi pracować indywidualnie i w zespole; potrafi kierować zespołem w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie	P7S_UW
K2_U03	potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego; potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U04	potrafi przygotować i przedstawić prezentację na temat realizacji zadania projektowego lub badawczego oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą przedstawionej prezentacji	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U05	ma umiejętności językowe zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego w stopniu pozwalającym na porozumiewanie się w mowie i piśmie w zakresie ogólnym i swojej specjalności	P7S_UK
K2_U06	potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne – w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując - do analizy i projektowania elementów, układów i systemów statków powietrznych i kosmicznych	P7S_UW
K2_U07	potrafi ocenić i porównać zaawansowane rozwiązania projektowe oraz zaawansowane procesy wytwarzania układów, urządzeń, instalacji i systemów statków powietrznych ze względu na rodzaj misji i zadane kryteria użytkowe, ekonomiczne i bezpieczeństwa	P7S_UW Inż._P7S_UW

K2_U08	potrafi zaplanować oraz przeprowadzić symulację i eksperymenty w zakresie charakterystyk aerodynamicznych, masowych, wytrzymałościowych i elektrycznych, a także pomiary i ekstrakcję parametrów charakteryzujących materiały, elementy, układy, urządzenia, instalacje i systemy statków powietrznych	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U09	potrafi zaplanować proces testowania złożonego urządzenia, układu, instalacji lub systemu statku powietrznego	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U10	potrafi sformułować specyfikację projektową złożonego układu lub systemu statku powietrznego, z uwzględnieniem aspektów prawnych, w tym ochrony własności intelektualnej, oraz innych aspektów pozatechnicznych, takich jak oddziaływanie na środowisko (poziom hałasu, skażenia, wibracji itp.), korzystając m.in. z norm dotyczących ochrony środowiska	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U11	potrafi projektować elementy, układy, urządzenia, instalacje i systemy statków powietrznych z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych i ekonomicznych, w razie potrzeby przystosowując istniejące lub opracowując nowe metody projektowania lub komputerowe narzędzia wspomagania projektowania (CAD)	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U12	potrafi formułować specyfikację na systemy przeznaczone do zastosowań specjalnych, w tym systemy wspomagania procesu szkolenia i eksploatacji statków powietrznych	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U13	potrafi formułować oraz – wykorzystując odpowiednie narzędzia analityczne, symulacyjne i eksperymentalne - testować hipotezy związane z modelowaniem i projektowaniem elementów, układów i systemów statku powietrznego oraz projektowaniem procesu ich wytwarzania	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U14	potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań związanych z modelowaniem i projektowaniem elementów, układów i systemów statku powietrznego oraz projektowaniem procesu ich wytwarzania -integrować wiedzę z dziedziny mechaniki, informatyki, automatyki, telekomunikacji i innych dyscyplin, stosując podejście systemowe, z uwzględnieniem aspektów pozatechnicznych (w tym ekonomicznych i prawnych)	P7S_UW P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U15	potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań związanych z modelowaniem i projektowaniem elementów, układów i systemów statku powietrznego oraz projektowaniem procesu ich wytwarzania -wykorzystać właściwe metody, techniki i narzędzia (w tym techniki komputerowe), przystosowując poznane techniki i narzędzia do danego zadania lub modyfikując bądź opracowując nowe narzędzia	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U16	potrafi oszacować koszty procesu projektowania i realizacji złożonego układu, urządzenia, instalacji lub systemu statku powietrznego	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U17	potrafi zaproponować ulepszenia istniejących rozwiązań projektowych i modeli elementów, układów i systemów statku powietrznego	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U18	potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie materiałów, elementów, metod projektowania i wytwarzania do projektowania	P7S_UW Inż._P7S_UW

	i wytwarzania układów i systemów statku powietrznego, zawierających rozwiązania o charakterze innowacyjnym	
K2_U19	potrafi dokonać właściwego doboru i oceny przydatności specjalistycznego oprogramowania komputerowego oraz wykorzystać jego możliwości do rozwiązania zagadnienia technicznego w obszarze projektu wstępnego, projektu koncepcyjnego systemu pokładowego, projektu instalacji pokładowej, propozycji technologii wytwarzania lub remontu oraz systemu lub poszczególnych procedur obsługi	P7S_UW Inż._P7S_UW
K2_U20	potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców prowadzić debatę	P7S_UK
K2_U21	potrafi kierować pracą zespołu oraz samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie	P7S_UO P7S_UU
K2_U22	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi	P7S_UW
K2_U23	potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniającą aspekty pozatechniczne – złożone urządzenie, obiekt, system lub proces, związany z kierunkiem studiów, oraz zrealizować ten projekt, co najmniej w części, używając właściwych metod, technik i narzędzi, przystosowując do tego celu istniejące lub opracowując nowe metody, techniki i narzędzia	P7S_UW
KOMPETENCJE SPOŁECZNE Absolwent:		
K2_K01	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	P7S_KO
K2_K02	rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji i opinii dotyczących osiągnięć lotnictwa i kosmonautyki oraz innych aspektów działalności inżyniera lotnictwa; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, przedstawiając różne punkty widzenia	P7S_KR P7S_KO
K2_K03	rozumie potrzebę krytycznej oceny odbieranych treści uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych	P7S_KK
K2_K04	rozumie potrzebę wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego inicjowania działania na rzecz interesu publicznego myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	P7S_KO
K2_K05	odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym: • rozwijania dorobku zawodu, • podtrzymywania etosu zawodu, przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad	P7S_KR

**Grupy zajęć / przedmioty⁶, ich skrócone opisy (programy ramowe),
przypisane do nich punkty ECTS
i efekty uczenia (odniesienie do efektów kierunkowych)**

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu ⁷ : skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny ⁸	odniesienie do efektów kierunkowych
grupa treści kształcenia podstawowego przedmioty podstawowe				
B.1	<i>Wybrane działy matematyki</i> Statystyka matematyczna, testy zgodności i testy niezależności. Funkcje zmiennej zespolonej, całki funkcji zmiennej rzeczywistej i zespolonej, wzory całkowe. Rachunek operatorowy oparty o przekształcenia Laplace'a, szeregi Fouriera.. Równania różniczkowe cząstkowe: przykłady równań cząstkowych drugiego rzędu, poprawność postawienia zagadnienia, przykłady zagadnień początkowych z rozwiązaniami. Metoda rozdzielania zmiennych i przykłady mieszanych zagadnień brzegowych z rozwiązaniami. Właściwości funkcji harmonicznych.	5,0	IM/AEE	K2_W01, K2_W09, K2_U06, K2_K03
B.2	<i>Wybrane działy fizyki</i> Opis ogólny atmosfery z charakterystyką jej uwarstwienia. Charakterystyka właściwości fizycznych i chemicznych podstawowych składników. Atmosfera wzorcowa. Termodynamika atmosfery ziemskiej: stany powietrza suchego i wilgotnego w kontekście równowagi hydrostatycznej oraz przemieszczania się mas powietrza. Charakterystyka procesów dynamicznych zachodzących w atmosferze – cyrkulacja atmosferyczna i skale ruchów mas powietrza atmosferycznego. Podstawy fizyki aerozoli i wybrane zagadnienia fizyki chmur. Ogólna charakterystyka procesów radiacyjnych i elektrycznych (elektromagnetycznych). Bilans energetyczny Ziemi. Wybrane zagadnienia mechaniki kwantowej: fakty eksperymentalne (rozkład energii w widmie ciała doskonale czarnego, efekt fotoelektryczny, efekt Comptona, dualizm korpuskularno-falowy), postulaty mechaniki kwantowej. Równanie Schrödingera. Atom wodoru, atomy wieloelektronowe, zakaz Pauliego. Podstawy fizyczne działania laserów. Zastosowania laserów.	2,0	IM/AEE	K2_W02, K2_W10, K2_U18, K2_K03
B.3	<i>Modelowanie i podstawy identyfikacji</i> Sygnał, model, identyfikacja. Modele procesów ciągłych i dyskretnych. Równia różniczkowe i różnicowe. Wyznaczanie modeli dyskretnych procesów ciągłych. Klasyfikacja modeli dyskretnych, modele ARMAX. Planowanie eksperymentu. Zakłócenia i szumy w modelowaniu i identyfikacji. Klasy modeli procesów. Identyfikacja charakterystyk statycznych i dynamicznych: problem deterministyczny i probabilistyczny.	4,0	IM/AEE	K2_W01, K2_W09, K2_U13, K2_U15, K2_K03
B.4	<i>Techniki kosmiczne</i> Podstawowe wiadomości z zakresu Kosmologii Środowiska Kosmicznego. Kosmologia Newtonowska. Promieniowanie reliktowe. Modele kosmologiczne. Układ Słoneczny. Pole magnetyczne i współrzędne geometryczne. Zmienność środowiska kosmicznego. Pogoda kosmiczna. Elementy nawigacji satelitarnej, analiza misji statku kosmicznego. Podstawowe modele astronawigacji i metody obliczeniowe. Misja kosmiczna proces projektowania misji kosmicznej. Cykl życia misji kosmicznej. Ocena budżetu misji kosmicznej, podejmowanie decyzji. Projektowanie orbity i ocena wa-	3,0	IM	K2_W04, K2_W10, K2_U10, K2_U18, K2_K02, K2_K03

⁶ karty informacyjne przedmiotów są opracowywane i udostępniane w terminie 30 dni przed rozpoczęciem semestru, w którym jest realizowany przedmiot - wzór w Załączniku nr 4

⁷ nazwy grup zajęć / przedmiotów

⁸ kod dyscypliny zgodnie z Załącznikiem nr 10

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu ⁷ : skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny ⁸	odniesienie do efektów kierunkowych
	<i>runków środowiska kosmicznego. Systemy wyrzeliwania i kontroli lotu. Podstawy budowy kosmicznych obiektów latających. Obciążenia występujące przy starcie i lądowaniu. Zapotrzebowanie na moc prądu elektrycznego statku kosmicznego, źródła zasilania. Bilans mocy cieplnej statku kosmicznego. Podstawowe modele przewodnictwa cieplnego i transportu promieniowania cieplnego. Bezpieczeństwo lotów kosmicznych. Przykłady doboru współczynników bezpieczeństwa.</i>			
B.5	Przedsiębiorczość i zarządzanie <i>Sposoby definiowania przedsiębiorczości. Postawy sprzyjające przedsiębiorczości. Cechy dobrego przedsiębiorcy. Orientacja przedsiębiorcza. Typy przedsiębiorczości i organizacji przedsiębiorczych. Analiza otoczenia i poszukiwanie szans w otoczeniu – generowanie pomysłów. Analiza ryzyka przedsięwzięcia. Planowanie przedsięwzięć. Przygotowanie biznesplanów. Techniki finansowego i organizacyjnego wspierania przedsiębiorczości. Instytucjonalne formy wspierania przedsiębiorczości. Czynniki decydujące o sukcesie firmy. Problemy zarządzania przedsiębiorstwem – zarządzanie strategiczne, finanse, innowacje, zarządzanie procesami, zarządzanie zmianą. Marketing w małym przedsiębiorstwie.</i>	2,0	NZJ	K2_W11, K2_U10, K2_U16, K2_U20, K2_U21, K2_K04, K2_K05
B.6	Język obcy <i>Materiał strukturalno-gramatyczny, materiał pojęciowo-funkcyjny oraz język techniczny na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego</i>	2,0	J	K2_W10, K2_U05,
grupa treści kształcenia kierunkowego przedmioty kierunkowe				
C.1	Dynamika i sterowanie statków powietrznych <i>Podstawowe pojęcia dotyczące etapów studium dynamiki układów (tworzenie modelu fizycznego) i tworzenie modelu matematycznego. Ogólne równania ruchu statków powietrznych, układy współrzędnych, równania ruchu postępowego i obrotowego, związki kinematyczne dla ruchu postępowego i obrotowego, siły i momenty działające na samolot, Równania ruchu podłużnego i boczno-samolotu. Dynamiczne właściwości samolotu w niesterowanym ruchu podłużnym, momenty działające nieustalonym ruchu podłużnym, dynamiczne momenty pochylające tłumiące, równania ruchu samolotu – ruch podłużny. Badania stateczności i sterowności samolotu w ruchu podłużnym. Dynamiczne właściwości samolotu w niesterowanym ruchu bocznym, boczna siła aerodynamiczna, momenty przechylające, momenty odchylające, równania ruchu samolotu – ruch boczny. Kierunki rozwoju układów sterowania lotem. Zakresy pracy pilotów automatycznych. Rozwój układów pomiarowych. Statek powietrzny jako obiekt sterowania, Sterowanie samolotem, sterowanie śmigłowcem, przegląd układów sterowania samolotem, bezpilotowy statek powietrzny jako obiekt sterowania. Uproszczenia modelu matematycznego samolotu w ruchu podłużnym. Uproszczenia modelu matematycznego samolotu w ruchu bocznym. Kryteria i ocena jakości sterowanego lotu samolotu, wymagania jakościowe dla samolotu w zakresie ręcznego i półautomatycznego sterowania lotem, charakterystyki sterowności podłużnej, właściwości lotne boczne i kierunkowe, Wymagania jakościowe dla samolotu w zakresie automatycznego sterowania lotem. Czujniki pomiarowe w układach sterowania lotem samolotu. Systemy aktywnego sterowania. Niekonwencjonalne formy ruchu samolotu z wykorzystaniem systemów aktywnego sterowania siłami aerodynamicznymi. Układy odciążenia skrzydła podczas wykonywania manewrów. Układy przeciwdziałania turbulencji atmosfery. Adaptacyjne systemy sterowania lotem.</i>	4,0	IM/AEE	K2_W01, K2_W02, K2_U03, K2_U08, K2_U13, K2_K02

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu ⁷ : skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny ⁸	odniesienie do efektów kierunkowych
C.2	<i>Projektowanie i optymalizacja konstrukcji lotniczych</i> Podstawowe wiadomości z zakresu metod poszukiwania minimum funkcjonalu. Metody: bezpośrednie, iteracyjne, metoda ruchomych asymptot. Aproksymacja bezpośrednia i wielkości odwrotnej. Wybór funkcji celu i parametrów odpowiedzialnych za zmiany funkcji celu. Minimalizacja z ograniczeniami metoda funkcji kary. Ocena jakości samolotów, modelowanie zadań i warunków zastosowań w zadaniach projektowych optymalnego projektowania statków powietrznych. Zbieżna i rozbieżna spirala projektowania. Systemy i układy podlegające procesowi optymalizacji: geometria, aerodynamika, zespół napędowy, misja, osiągi, struktura i własności masowe. Wybór optymalnego obciążenia statku powietrznego. Modelowanie procesów optymalizacji z wykorzystaniem systemów CAD/CAM/CAE.	4,0	IM/AEE	K2_W03, K2_W07, K2_W09, K2_U06, K2_U10, K2_U13, K2_U18, K2_U19, K2_K03
C.3	<i>Modelowanie przepływów w konstrukcjach lotniczych</i> Symulacja ruchu płynu, sformułowanie zachowawcze, schematy numeryczne, warunki brzegowe. Modelowanie turbulencji, metody LES oraz DNS. Modelowanie geometryczne opływanych obiektów, siatki obliczeniowe, adaptacja siatek, podstawowe operacje na siatkach. Symulacja przepływów i opływów, analiza poprawności wyników numerycznych, wizualizacja wyników obliczeń. Modelowanie przepływów w kanałach. Opływy powierzchni nośnych. Przepływy ściśliwe (fale uderzeniowe, wloty do silników, przepływy przez palisady łopatkowe turbin, dysze wylotowe). Obliczenia równoległe, dekompozycja obszaru obliczeniowego.	4,0	IM/AEE	K2_W04, K2_W07, K2_W09, K2_U03, K2_U06, K2_U08, K2_U13, K2_U15, K2_K03
C.4	<i>Architektury systemów awionicznych</i> Architektury systemów awionicznych. Charakterystyka architektury niezależnej, scentralizowanej, federacyjnej, zintegrowanej, rozproszonej i otwartej. Architektura systemu awionicznego samolotu „general aviation” i dyspozycyjnego. Architektura systemu awionicznego pasażerskiego statku powietrznego. Architektura systemu awionicznego wojskowego samolotu myśliwskiego. Architektura systemu awionicznego wojskowego samolotu transportowego. Niezawodność i bezpieczeństwo eksploatacji statków powietrznych dla wskazanych architektur systemów awionicznych. Systemy informatycznego wsparcia procesu eksploatacji współczesnych statków powietrznych odnoszące się do wybranych systemów awionicznych. Charakterystyka dokumentacji technicznej opisującej architektury systemów awionicznych.	4,0	AEE	K2_W06, K2_W07, K2_U07, K2_U10, K2_K02, K2_K03
C.5	<i>Specialized english terminology</i> Klasyfikacja statków powietrznych. Podstawowe pojęcia z zakresu aerodynamiki i mechaniki lotu samolotu i śmigłowca. Budowa statku powietrznego: płatowiec i jego systemy, zespół napędowy, awionika, uzbrojenie lotnicze, urządzenia lotniskowe. Systemy bezzałogowe – wybrana terminologia. Dokumentacja techniczna i eksploatacyjna statku powietrznego.	2,0	IM/AEE	K2_W10, K2_U04, K2_U05, K2_U18
C.6	<i>Zarządzanie eksploatacją statków powietrznych</i> Fizyko-chemiczne uwarunkowania eksploatacji statków powietrznych. Podstawowe charakterystyki i wskaźniki eksploatacyjne statków powietrznych. Problemy oceny stanu technicznego statków powietrznych. Eksploatacyjne czynniki bezpieczeństwa lotów. Strategie eksploatacji statków powietrznych. Organizacja systemu obsługi i remontów statków powietrznych. System MSG-3. Metody zarządzania eksploatacją techniczną statków powietrznych. Normowanie systemu eksploatacji technicznej statków powietrznych. Metody wspomagania zarządzaniem eksploatacją techniczną statków powietrznych. Efektywność eksploatacji technicznej statków	4,0	NZJ	K2_W06, K2_W11, K2_U02, K2_U09, K2_U10, K2_U20, K2_U21, K2_K02, K2_K03

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu ⁷ : skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny ⁸	odniesienie do efektów kierunkowych
	<i>powietrznych. Trendy i kierunki rozwoju metod i systemów zarządzania eksploatacją techniczną statków powietrznych. Organizacje obsługowe i zarządzania ciągła zdolnością do lotu, ich system zapewnienia jakości QMS oraz system zarządzania bezpieczeństwem SMS, w tym analiza ryzyka.</i>			
grupa treści kształcenia wybieralnego AWIONIKA				
D1.1	<i>Symulacje układów awionicznych</i> <i>Modelowanie układów i systemów awionicznych w środowisku</i> <i>Opis matematyczny procesów dynamicznych i statycznych. Równania różniczkowe i różnicowe. Wyznaczanie transmitancji i modeli w przestrzeni stanu. Implementacja modeli matematycznych w programie Matlab-Simulink i LabView. Analiza modeli w dziedzinie czasu i częstotliwości. Modelowanie złożonych systemów awionicznych w środowisku Matlab-Simulink i LabView. Modelowanie systemów sterowania w programie Matlab-Simulink i LabView. Szybkie prototypowanie systemów sterowania. Metoda hardware in the loop. Prototypowanie systemów z czasem rzeczywistym.</i>	3,0	AEE	K2_W07, K2_W09, K2_U03, K2_U08, K2_U14, K2_U15, K2_U19, K2_K02, K2_K03
D1.2	<i>Czujniki i przetworniki inteligentne</i> <i>Pojęcia podstawowe, definicje, cechy użytkowe czujników i przetworników inteligentnych. Zasada działania czujników pomiarowych podstawowych wielkości fizycznych. Technologie wykorzystywane do wytworzenia zintegrowanych czujników pomiarowych. Zintegrowane przetworniki pomiarowe i czujniki inteligentne. Konstrukcje zintegrowanych przetworników pomiarowych. Wyznaczanie, pomiar parametrów metrologicznych wybranych czujników i przetworników. Projektowanie obwodów elektronicznych zintegrowanych czujników pomiarowych akwizycja i przetwarzanie danych pomiarowych oraz symulacja obwodów elektronicznych.</i>	3,0	AEE	K2_W08, K2_W10, K2_U07, K2_U14, K2_U15, K2_K02
D1.3	<i>Systemy wbudowane</i> <i>Klasyfikacja awionicznych modułów elektronicznych. Wymagania stawiane systemom wbudowanym wykorzystywanym w lotnictwie odnośnie niezawodności, wytrzymałości, odporności i bezpieczeństwa. Przykłady zastosowań systemów wbudowanych w lotnictwie. Architektury systemów wbudowanych i krytycznych. Prezentacja układów programowalnych i mikroprocesorów wykorzystywanych w zastosowaniach wbudowanych: schemat logiczny, podstawowe cechy architektury, wbudowane układy peryferyjne, organizacja pamięci i systemu przerwań. Przykłady gotowych platform sprzętowych wykorzystywanych do szybkiego prototypowania systemów wbudowanych. Oprogramowanie podstawowe systemów wbudowanych - cechy, mechanizmy, przykłady systemów operacyjnych. Oprogramowanie wspomagające projektowanie układów i modułów elektronicznych oraz obwodów drukowanych. Narzędzia do projektowania oprogramowania, modelowania i symulacji modułów elektronicznych. Metodyki konstruowania modułów elektronicznych (pakietów, kart) z wykorzystaniem układów programowalnych i mikrokontrolerów. Zasady projektowania, konstruowania i testowania systemów elektronicznych z uwzględnieniem wymaganej niezawodności i kompatybilności elektromagnetycznej. Elementy organizacji i integracji systemów na bazie różnych standardów interfejsu. Zasady wdrażania, nadzorowania i serwisowania systemów elektronicznych w lotnictwie. Perspektywy rozwoju systemów wbudowanych - specjalizowanych układów elektronicznych w lotnictwie.</i>	5,0	AEE	K2_W06, K2_W08, K2_W10, K2_U02, K2_U07, K2_U12, K2_U16, K2_U21, K2_K01
D1.4	<i>Lotnicze systemy energetyczne</i> <i>Znajomość podstawowych pojęć z zakresu lotniczych systemów energetycznych oraz trendu ich rozwoju. Znajomość konstrukcji</i>	3,0	AEE	K2_W05, K2_W06, K2_W08,

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu ⁷ : skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny ⁸	odniesienie do efektów kierunkowych
	<i>oraz bezpiecznej eksploatacji lotniczych systemów energetycznych. Umiejętność analitycznego opisu wybranych elementów lotniczych systemów energetycznych. Umiejętność oceny niezawodności i bezpieczeństwa pracy lotniczych systemów energetycznych. Umiejętność formułowania specyfikacji parametrów technicznych wybranych elementów lotniczych systemów energetycznych. Rozumienie potrzeby i posiadanie umiejętności organizacji struktury lotniczego systemu energetycznego ze względu na jego przeznaczenie.</i>			K2_U09, K2_U12, K2_U14, K2_U17, K2_U21, K2_K02
D1.5	Oprogramowanie systemów awionicznych <i>Proces rozwoju pokładowego systemu informatycznego. Wymagania, cechy jakościowe i cykl wytwarzania oprogramowania. Charakterystyka i porównanie standardów awionicznych i systemów operacyjnych stosowanych w aplikacjach lotniczych. Języki programowania stosowane w awionice. Perspektywy rozwoju oprogramowania systemów awionicznych. Narzędzia modelowania strukturalnego i języki opisu modeli obiektowych. Prezentacja środowisk programistycznych i przykłady oprogramowania zależne od architektury systemów awionicznych. Wzorce projektowe. Organizacja i testowanie oprogramowania systemów awionicznych w zakresie: integralności, modyfikowalności, efektywności, bezpieczeństwa, testowalności i używalności.</i>	3,0	AEE	K2_W07, K2_W09, K2_U06, K2_U11, K2_U15, K2_U18, K2_K02
D1.6	Cyfrowe systemy sterowania <i>Opis dyskretnych systemów sterowania. Równania różnicowe. Transformata Z. Model w przestrzeni stanu układu dyskretnego. Podstawowe zasady projektowania cyfrowych systemów sterowania. Model ekstrapolatora i impulsatora. System sterowania cyfrowego procesami ciągłymi. Sterowanie procesami dyskretnymi. Układy kombinacyjne i sekwencyjne. Sterowanie z zależnościami czasowymi i zdarzeniami. Dyskretny system sterowania rozproszonego. Struktura cyfrowego systemu sterowania statku. Prawa sterowania w cyfrowych systemach sterowania statków powietrznych</i>	5,0	AEE	K2_W07, K2_W10, K2_U07, K2_U09, K2_U14, K2_U18, K2_K01
D1.7	Metody adaptacyjne <i>Istota i klasyfikacja adaptacyjnych metod sterowania. Modele obiektów dla metod adaptacyjnych. Istota identyfikacji modeli obiektów sterowania. Identyfikacja w systemach sterowania adaptacyjnego. Teoria estymacji. Estymatory. Estymacja parametrów metodą najmniejszych kwadratów. Wyznaczanie modeli ARX. Sterowanie adaptacyjne. Sterowanie predykcyjne. Sterowanie odporne (krzepkie). Sterowanie rozmyte. Regulacja z lokowaniem biegunów. Regulacja adaptacyjna PID. Sterowanie adaptacyjne liniowo – kwadratowo – gaussowskie (LQG). Regulacja adaptacyjna minimalnowariancyjna prosta obiektów minimalnofazowych.</i>	5,0	AEE	K2_W08, K2_W09, K2_U06, K2_U07, K2_U13
D1.8	Praca przejściowa <i>Praca może mieć charakter analityczny, projektowy, technologiczny, badawczo pomiarowy, materialny w postaci wykonanego urządzenia, informatyczny w postaci zrealizowanego algorytmu, modelu lub projektu w postaci elektronicznej. Wykonanie opracowania na wybrany temat z zakresu materiału objętego kierunkiem studiów lotnictwo i kosmonautyka, o charakterze projektowym lub badawczym: wybór tematu, plan pracy, przegląd literatury, cel i zakres pracy, metodyka badań, opis badań i ich wyniki (opis prac projektowych i dokumentacja techniczna), opis i analiza wyników badań (prac projektowych), podsumowanie i wnioski. Prezentacja multimedialna wyników pracy.</i>	3,0	IM/AEE	K2_W05, K2_W09, K2_W10, K2_U04, K2_U06, K2_U09, K2_U11, K2_U14, K2_U17, K2_U22, K2_U23, K2_K01, K2_K03

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu ⁷ : skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny ⁸	odniesienie do efektów kierunkowych
grupa treści kształcenia wybieralnego SAMOLOTY I ŚMIGŁOWCE				
D2.1	Sterowanie zespołów napędowych Z Podstawowe pojęcia teorii z zakresu układów sterowania lotniczych zespołów napędowych, jak sterowanie, regulacja i sygnał w odniesieniu do zespołów napędowych. Parametry pracy silników turbinowych. Charakterystyki uogólnione wlotu, sprężarki, komory spalania, turbiny i układu wylotowego. Warunki współpracy podstawowych zespołów lotniczego silnika turbinowego. Charakterystyka prędkościowa, wysokościowa i obrotowa silnika. Wpływ warunków lotu na charakterystyki silników turbinowych. Struktura układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. Grupy układów sterowania ze względu na schemat konstrukcyjny. Klasyfikacja według kryterium energetycznego. Schematy strukturalne. Stan ustalony pracy silnika. Dynamiczny model silnika. Parametry kryterialne i zredukowane. Parametry sterowania jednowimikowego silnika turbinowego ze stałą geometrią. Programy regulowania i parametry ograniczające pracę jednowimikowego silnika turbinowego ze stałą geometrią. Równanie dynamiki jednowimikowego silnika turbino- wego. Stała czasowa i współczynnik wzmocnienia silnika turbino- wego. Stopień stateczności. Krzywe akceleracji i deceleracji. Me- tody określania stałej czasowej. Równanie dynamiki silnika przy ze- wnętrznych wymuszeniach. Wpływ naddźwiękowego układu wło- towego na dynamiczne własności turbinowego silnika odrzuto- wego. Równanie dynamiki TSO przy uwzględnieniu temperatury przed turbiną. Równanie dynamiki dwuwimikowego lotniczego sil- nika turbinowego.	4,0	IM/AEE	K2_W04, K2_W07, K2_U02, K2_U09, K2_U14, K2_U21
D2.2	Wymiana ciepła i masy Analityczne metody rozwiązywania zagadnień ustalonego przewo- dzenia ciepła. Analityczne metody rozwiązywania zagadnień nieu- stalonego przewodzenia ciepła. Numeryczne metody rozwiązywa- nia zagadnień przewodnictwa cieplnego. Wymienniki ciepła. Ro- dzaje wymienników ciepła. Efektywność cieplna rekuperatorów. Charakterystyka konwekcji przy zmianie stanu skupienia ciał. Wrzenie cieczy. Skraplanie pary. Wymiana ciepła przy zmianie stanu skupienia ciał (topnienie i krzepnięcie). Radiacyjna wymiana ciepła w ośrodkach diatermicznych (emisyjność ciał, współczynniki konfiguracji, radiacyjna gęstość strumienia ciepła, radiacyjny współczynnik wnikania ciepła). Złożona wymiana ciepła i masy.	3,0	IM	K2_W08, K2_W09, K2_U03, K2_U06, K2_U14
D2.3	Projektowanie płatowców Kryteria podziału samolotów. Wymagania stawiane płatowcom. Procedura powstawania algorytmu prac dla konkretnego typu sa- molotu. Kształtowanie wymagań technicznych. Wymagania sta- wiane bryle aerodynamicznej. Cechy bryły aerodynamicznej samo- lotu. Uzasadnienie bryły aerodynamicznej. Metody doboru podsta- wowych wymiarów oraz parametrów samolotu. Koncepcja kon- strukcji samolotu. Podział technologiczny samolotu. Zagadnienia analizy masowej. Estymacja mas. Opracowanie wyważenia dla różnych przypadków masowych. Oszacowanie podstawowych osiągów samolotu. Elementy stateczności. Studium wykonalności samolotu. Szacowanie obciążeń zewnętrznych, obwiednia obcią- żeń. Elementy optymalizacji. Analiza kosztów.	4,0	IM	K2_W07, K2_W08, K2_W09, K2_U01, K2_U06, K2_U07 K2_U10, K2_U11, K2_U13, K2_U18, K2_U19, K2_K01, K2_K03
D2.4	Zintegrowane systemy wytwarzania Podstawowe wiadomości z zakresu współrzędnościowych syste- mów pomiarowych: wirtualne pomiary współrzędnościowe, digitali- zacja i skanowanie. Zasady projektowania procesów technologicz- nych w systemach CAD/CAM. Oprogramowanie stosowane w	4,0	IM	K2_W08, K2_W09, K2_U11, K2_U14, K2_U15,

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu ⁷ : skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny ⁸	odniesienie do efektów kierunkowych
	<i>przemysłu do automatycznego procesu projektowania CAM. Moduły o wysokim poziomie funkcjonalności w procesach technologicznych. Podstawowe zasady tworzenia geometrii parametrycznej do procesów CAM. Obrabiarki sterowane numerycznie. Systemy do programowania obrabiarek i urządzeń technologicznych. Metody opracowywania postprocesorów w języku programowania GRIP dla systemu NX. Roboty przemysłowe oraz ich zastosowanie w przemyśle lotniczym. Integracja procesów projektowania, konstruowania, wytwarzania i pomiarów współrzędnościowych konstrukcji lotniczych z wykorzystaniem systemu NX.</i>			K2_U18, K2_U19
D2.5	Sprężystość i stateczność konstrukcji lotniczych <i>Wprowadzenie do teorii sprężystej stateczności. Ścisłanie prętów siłą śledzącą. Wyboczenie prętów i ram. Rodzaje wyboczenia ze względu na postać odkształceń i warunki brzegowe. Nieliniowe równania równowagi belek. Nieliniowe równania równowagi płyt i powłok. Stateczność sprężystych ciał w potencjalnym przepływie. Flatter klasyczny samolotów jako przykład utraty stateczności dynamicznej. Niebezpieczne zjawiska aerosprężystości statycznej.</i>	4,0	IM	K2_W08, K2_U08, K2_U13, K2_U14, K2_U18
D2.6	Eksplotacja i diagnozowanie lotniczych zespołów napędowych <i>Najnowsze rozwiązania konstrukcyjne i technologie stosowane w budowie lotniczych zespołów napędowych. Strategie i zasady eksploatacji lotniczych zespołów napędowych. Eksploatacja zespołów napędowych podczas lotu. Uwzględnianie charakterystyk zespołu napędowego w planowaniu misji statku powietrznego. Uwzględnianie wpływu warunków atmosferycznych i położenia lotniska na osiągi silnika i statku powietrznego. Zagrożenia występujące w trakcie eksploatacji silników lotniczych. Zagadnienie zmęczenia konstrukcji w silnikach lotniczych. Obliczanie liczby cykli zużytych w trakcie lotu. Wyznaczanie krytycznych prędkości obrotowych wirnika metodą analityczną, numeryczną i eksperymentalną. Typowe niesprawności lotniczych zespołów napędowych i ich podzespołów. Niezawodność silników lotniczych i sposoby jej podwyższania. Zasady obsługi lotniczego zespołu napędowego. Wyznaczanie charakterystyk lotniczego silnika tłokowego. Analiza dokumentacji silnika lotniczego. Metody diagnozowania lotniczych zespołów napędowych. Analiza parametrów pracy silnika lotniczego po próbie silnika. Ocena stanu technicznego silników na podstawie analizy pracy instalacji olejenia i próbek oleju. Ocena stanu technicznego silników na podstawie sygnałów wibroakustycznych. Wyznaczanie właściwości dynamicznych łopaty metodą analizy modalnej. Ocena stanu technicznego zespołu napędowego oraz ich eksploatacji przez załogę na podstawie zapisów rejestratorów pokładowych. Analiza parametrów pracy lotniczego silnika turbinowego na podstawie zapisów pokładowego rejestratora lotu. Analiza trendów zmian parametrów pracy silnika lotniczego. Systemy eksploatacji i diagnozowania wybranych silników lotniczych. Przegląd silnika lotniczego przy użyciu wideoendoskopu. Przykłady zdarzeń lotniczych.</i>	4,0	IM	K2_W06, K2_W10, K2_U08, K2_U09, K2_U11, K2_U12, K2_U21, K2_K02, K2_K03
D2.7	Technologia produkcji i napraw statków powietrznych <i>Jakość produkcji. Wpływ doboru surowców oraz obróbek powierzchniowych na jakość części. Metody zwiększania trwałości zmęczeniowej oraz odporności na korozję części płatowców. Podstawy teoretyczne oraz procesy technologiczne kształtowania części blaszanych. Technologie wytwarzania części integralnych. Technologia wytwarzania części kompozytowych i oceny ich jakości. Połączenia stosowane w budowie płatowców. Zużywanie się płatowców – rodzaje zużyć i metody ich identyfikacji. Uszkodzenia płatowców i ich naprawy metodami nitowania, spawania oraz klejenia i</i>	4,0	IM	K2_W06, K2_W08, K2_W10, K2_U07, K2_U09, K2_U11, K2_U17, K2_K03

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu ⁷ : skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny ⁸	odniesienie do efektów kierunkowych
	<i>laminowania. Regeneracja połączeń stosowanych w budowie płatowców oraz elementów wyposażenia pokładowego.</i>			
D2.8	<i>Praca przejściowa</i> <i>Praca może mieć charakter analityczny, projektowy, technologiczny, badawczo pomiarowy, materialny w postaci wykonanego urządzenia, informatyczny w postaci zrealizowanego algorytmu, modelu lub projektu w postaci elektronicznej. Wykonanie opracowania na wybrany temat z zakresu materiału objętego kierunkiem studiów lotnictwo i kosmonautyka, o charakterze projektowym lub badawczym: wybór tematu, plan pracy, przegląd literatury, cel i zakres pracy, metodyka badań, opis badań i ich wyniki (opis prac projektowych i dokumentacja techniczna), opis i analiza wyników badań (prac projektowych), podsumowanie i wnioski. Prezentacja multimedialna wyników pracy.</i>	3,0	IM/AEE	K2_W05, K2_W09, K2_W10, K2_U04, K2_U06, K2_U09, K2_U11, K2_U14, K2_U17, K2_U22, K2_U23, K2_K01, K2_K03
grupa treści kształcenia wybieralnego NAPĘDY LOTNICZE				
D3.1	<i>Sterowanie zespołów napędowych</i> <i>Z Podstawowe pojęcia teorii z zakresu układów sterowania lotniczych zespołów napędowych, jak sterowanie, regulacja i sygnał w odniesieniu do zespołów napędowych. Parametry pracy silników turbinowych. Charakterystyki uogólnione wlotu, sprężarki, komory spalania, turbiny i układu wylotowego. Warunki współpracy podstawowych zespołów lotniczego silnika turbinowego. Charakterystyka prędkościowa, wysokościowa i obrotowa silnika. Wpływ warunków lotu na charakterystyki silników turbinowych. Struktura układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. Grupy układów sterowania ze względu na schemat konstrukcyjny. Klasyfikacja według kryterium energetycznego. Schematy strukturalne. Stan ustalony pracy silnika. Dynamiczny model silnika. Parametry kryterialne i zredukowane. Parametry sterowania jednowimikowego silnika turbinowego ze stałą geometrią. Programy regulowania i parametry ograniczające pracę jednowimikowego silnika turbinowego ze stałą geometrią. Równanie dynamiki jednowimikowego silnika turbinowego. Stała czasowa i współczynnik wzmocnienia silnika turbinowego. Stopień stateczności. Krzywe akceleracji i deceleracji. Metody określania stałej czasowej. Równanie dynamiki silnika przy zewnętrznych wymuszeniach. Wpływ naddźwiękowego układu wlotowego na dynamiczne własności turbinowego silnika odrzutowego. Równanie dynamiki TSO przy uwzględnieniu temperatury przed turbina. Równanie dynamiki dwuwimikowego lotniczego silnika turbinowego.</i>	4,0	IM/AEE	K2_W04, K2_W07, K2_U02, K2_U09, K2_U14, K2_U21
D3.2	<i>Wymiana ciepła i masy</i> <i>Analityczne metody rozwiązywania zagadnień ustalonego przewodzenia ciepła. Analityczne metody rozwiązywania zagadnień nieustalonego przewodzenia ciepła. Numeryczne metody rozwiązywania zagadnień przewodnictwa cieplnego. Wymienniki ciepła. Rodzaje wymienników ciepła. Efektywność cieplna rekuperatorów. Charakterystyka konwekcji przy zmianie stanu skupienia ciał. Wrzenie cieczy. Skraplanie pary. Wymiana ciepła przy zmianie stanu skupienia ciał (topnienie i krzepnięcie). Radiacyjna wymiana ciepła w ośrodkach diatermicznych (emisyjność ciał, współczynniki konfiguracji, radiacyjna gęstość strumienia ciepła, radiacyjny współczynnik wnikanía ciepła). Złożona wymiana ciepła i masy.</i>	3,0	IM	K2_W08, K2_W09, K2_U03, K2_U06, K2_U14
D3.3	<i>Projektowanie silników lotniczych</i> <i>Dobór zespołu napędowego do płatowca w zależności od rodzaju statku powietrznego i realizowanych przez niego misji. Określanie</i>	4,0	IM	K2_W07, K2_W08, K2_W09,

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu ⁷ : skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny ⁸	odniesienie do efektów kierunkowych
	parametrów misji samolotu. Definiowanie misji samolotu. Matematyczne modelowanie silnika turbinowego. Określanie parametrów pracy silnika w warunkach obliczeniowych i pozaobliczeniowych. Wyznaczanie charakterystyk silnika. Kryteria oceny silnika lotniczego. Podstawy wstępnego etapu projektowania silnika turbinowego. Matematyczne metody modelowania silnika turbinowego. Optymalizacja projektu silnika. Specjalne charakterystyki silników turbinowych. Obliczenia termogazodynamiczne podstawowych zespołów silnika. Typowe rozwiązania konstrukcyjne silników, ich podzespołów i części. Kryteria i zapasy wytrzymałości. Obliczenia wytrzymałościowe typowych elementów silnika z uwzględnieniem plastyczności materiału i pełzania. Projektowanie podzespołów silnika lotniczego i jego typowych części. Obliczenia wytrzymałościowe łopatek z uwzględnieniem plastyczności i pełzania materiału. Obliczenia wytrzymałościowe tarcz płaskich z uwzględnieniem plastyczności i pełzania materiału. Obliczenia wytrzymałościowe tarcz o dowolnym profilu z uwzględnieniem plastyczności i pełzania materiału. Obliczenia wytrzymałościowe zadanego elementu silnika z uwzględnieniem plastyczności i pełzania materiału. Wykonanie rysunku zadanego elementów. Prezentacja wyników realizacji projektu.			K2_U01, K2_U06, K2_U07 K2_U10, K2_U11, K2_U13, K2_U18, K2_U19, K2_K01, K2_K03
D3.4	Zintegrowane systemy wytwarzania Podstawowe wiadomości z zakresu współrzędnościowych systemów pomiarowych: wirtualne pomiary współrzędnościowe, digitalizacja i skanowanie. Zasady projektowania procesów technologicznych w systemach CAD/CAM. Oprogramowanie stosowane w przemyśle do automatycznego procesu projektowania CAM. Moduły o wysokim poziomie funkcjonalności w procesach technologicznych. Podstawowe zasady tworzenia geometrii parametrycznej do procesów CAM. Obrabiarki sterowane numerycznie. Systemy do programowania obrabiarek i urządzeń technologicznych. Metody opracowywania postprocesorów w języku programowania GRIP dla systemu NX. Roboty przemysłowe oraz ich zastosowanie w przemyśle lotniczym. Integracja procesów projektowania, konstruowania, wytwarzania i pomiarów współrzędnościowych konstrukcji lotniczych z wykorzystaniem systemu NX.	4,0	IM	K2_W08, K2_W09, K2_U11, K2_U14, K2_U15, K2_U18, K2_U19
D3.5	Aerosprężystość napędów lotniczych Drgania liniowe układów dyskretnych o jednymi i wielu stopniach swobody. Drgania jednowymiarowych i wielowymiarowych układów ciągłych. Drgania i krytyczne prędkości obrotowe wirujących wałów sprężarek i turbin. Drgania nieliniowe. Modele przepływu w wirnikach maszyn wirnikowych, obciążenia aerodynamiczne łopatek w opływie niestacjonarnym. Faltter wieńców wentylatorowych, faltter oderwania wieńców turbinowych. Drgania śmigieł i wirników nośnych. Aerotermosprężystość.	4,0	IM	K2_W08, K2_U08, K2_U13, K2_U14, K2_U18,
D3.6	Eksplotacja i diagnozowanie lotniczych zespołów napędowych Najnowsze rozwiązania konstrukcyjne i technologie stosowane w budowie lotniczych zespołów napędowych. Strategie i zasady eksploatacji lotniczych zespołów napędowych. Eksploatacja zespołów napędowych podczas lotu. Uwzględnianie charakterystyk zespołu napędowego w planowaniu misji statku powietrznego. Uwzględnianie wpływu warunków atmosferycznych i położenia lotniska na osiągi silnika i statku powietrznego. Zagrożenia występujące w trakcie eksploatacji silników lotniczych. Zagadnienie zmęczenia konstrukcji w silnikach lotniczych. Obliczanie liczby cykli zużytych w trakcie lotu. Wyznaczanie krytycznych prędkości obrotowych wirnika metodą analityczną, numeryczną i eksperymentalną. Typowe	4,0	IM	K2_W06, K2_W10, K2_U08, K2_U09, K2_U11, K2_U12, K2_U21, K2_K02, K2_K03

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu ⁷ : skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny ⁸	odniesienie do efektów kierunkowych
	<i>niesprawności lotniczych zespołów napędowych i ich podzespołów. Niezawodność silników lotniczych i sposoby jej podwyższania. Zasady obsługi lotniczego zespołu napędowego. Wyznaczanie charakterystyk lotniczego silnika tłokowego. Analiza dokumentacji silnika lotniczego. Metody diagnozowania lotniczych zespołów napędowych. Analiza parametrów pracy silnika lotniczego po próbie silnika. Ocena stanu technicznego silników na podstawie analizy pracy instalacji olejowania i próbek oleju. Ocena stanu technicznego silników na podstawie sygnałów wibroakustycznych. Wyznaczanie właściwości dynamicznych łopatkę metodą analizy modalnej. Ocena stanu technicznego zespołu napędowego oraz ich eksploatacji przez załogę na podstawie zapisów rejestratorów pokładowych. Analiza parametrów pracy lotniczego silnika turbinowego na podstawie zapisów pokładowego rejestratora lotu. Analiza trendów zmian parametrów pracy silnika lotniczego. Systemy eksploatacji i diagnozowania wybranych silników lotniczych. Przegląd silnika lotniczego przy użyciu wideoendoskopu. Przykłady zdarzeń lotniczych.</i>			
D3.7	<i>Technologia produkcji silników lotniczych</i> <i>Jakość produkcji. Wpływ doboru surowców oraz obróbek powierzchniowych na jakość części. Metody zwiększania trwałości zmęczeniowej oraz odporności na korozję części silnikowych. Podstawy teoretyczne oraz procesy technologiczne kształtowania części blaszanych. Technologie wytwarzania części silników lotniczych. Elektrotechnologie. Połączenia stosowane w budowie silników. Zużywanie się części – rodzaje zużycia i metody ich identyfikacji. Remont silników.</i>	4,0	IM	K2_W06, K2_W08, K2_W10, K2_U07, K2_U09, K2_U11, K2_U17, K2_K03
D3.8	<i>Praca przejściowa</i> <i>Praca może mieć charakter analityczny, projektowy, technologiczny, badawczo pomiarowy, materialny w postaci wykonanego urządzenia, informatyczny w postaci zrealizowanego algorytmu, modelu lub projektu w postaci elektronicznej. Wykonanie opracowania na wybrany temat z zakresu materiału objętego kierunkiem studiów lotnictwo i kosmonautyka, o charakterze projektowym lub badawczym: wybór tematu, plan pracy, przegląd literatury, cel i zakres pracy, metodyka badań, opis badań i ich wyniki (opis prac projektowych i dokumentacja techniczna), opis i analiza wyników badań (prac projektowych), podsumowanie i wnioski. Prezentacja multimedialna wyników pracy.</i>	3,0	IM/AEE	K2_W05, K2_W09, K2_W10, K2_U04, K2_U06, K2_U09, K2_U11, K2_U14, K2_U17, K2_U22, K2_U23, K2_K01, K2_K03
praca dyplomowa				
E1	<i>Seminarium dyplomowe</i> <i>Praca dyplomowa jako projekt z elementami pracy naukowej. Elementy metodologii pracy naukowej. Etyka i warsztat badawczy naukowca. Metody badań naukowych. Wybór tematu pracy. Rodzaje prac dyplomowych. Metodyka wykonywania pracy. Konstrukcja pracy. Rola i sposoby wykorzystania literatury w rozwiązywaniu złożonych problemów. Układ i zawartość pracy dyplomowej. Technika pisania i redagowania pracy dyplomowej. Porządkowanie i grupowanie danych. Metody prezentacji danych. Prezentacja i dyskusja sposobów rozwiązania zagadnień ujętych w zadaniu dyplomowym, wyników częściowych i całości projektu dyplomowego. Recenzja pracy dyplomowej. Egzamin dyplomowy. Przykład autoreferatu.</i>	2,0	IM/AEE	K2_W01, K2_W02, K2_W09, K2_W10, K2_U20, K2_U21, K2_K01, K2_K03, K2_U03, K2_U04, K2_U05, K2_K02, K2_K04
E2	<i>Praca dyplomowa</i>	20,0	IM/AEE	K2_W01, K2_W02,

lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu ⁷ : skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	kod dyscypliny ⁸	odniesienie do efektów kierunkowych
	<i>Zawartość merytoryczna pracy dyplomowej winna wskazywać na osiągnięcie niżej wymienionych efektów kształcenia określonych planem i programem studiów I stopnia. Praca dyplomowa może mieć charakter projektowy lub badawczy. W każdej pracy zaleca się wykonanie elementów analizy obliczeniowej, analizy eksperymentalnej lub analizy porównawczej wskazującej na wiedzę i praktyczne umiejętności w zakresie konstruowania, wytwarzania i eksploatacji statków powietrznych.</i>			K2_W09, K2_W10, K2_U17, K2_U18, K2_U19, K2_U20, K2_U21, K2_U22, K2_U23, K2_K03, K2_K05
Razem		90		

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się⁹ osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia:

Weryfikacja zakładanych efektów kształcenia prowadzona jest systematycznie przez cały okres studiów. Warunkiem zaliczenia każdego z modułów jest osiągnięcie zakładanych efektów kształcenia co najmniej na ocenę dostateczną. Dla każdej formy realizacji modułu (wykłady, ćwiczenia, laboratoria, projekt, seminarium) zostały zdefiniowane zakładane efekty kształcenia w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych oraz metody i sposoby ich weryfikacji. Szczegółowe sposoby weryfikacji efektów kształcenia są zawarte w karcie informacyjnej modułu.

Osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów w kategorii kompetencji społecznych wynika z jego postawy w całym okresie studiów. Studenci od drugiego roku powinni uczestniczyć w pracach Kół Naukowych Studentów działających w Wojskowej Akademii Technicznej. Realizacja prac w ramach KNS, uczestnictwo w seminariach jest głównym wskaźnikiem osiągnięcia zakładanych efektów w kategorii kompetencji społecznych. Szczegóły dotyczące zasad działalności KNS reguluje regulamin KNS oraz ich opiekunowie.

Ostateczną formą weryfikacji nabytej wiedzy i umiejętności jest pozytywna ocena pracy dyplomowej i egzaminu końcowego.

Plany studiów stacjonarnych - w załączniku.

⁹ opis ogólny - szczegóły w kartach informacyjnych przedmiotów



Wojskowa
Akademia
Techniczna

PLAN STACJONARNYCH STUDIÓW DRUGIEGO STOPNIA O PROFILU OGÓLNOAKADEMICKIM

DYSCYPLINA NAUKOWA (WIODĄCA): INŻYNIERIA MECHANICZNA

KIERUNEK STUDIÓW: LOTNICTWO I KOSMONAUTYKA

Ścieżki dyplomowania profilowane przedmiotami wybieralnymi: Samoloty i Śmigłowce, Awionika, Napędy lotnicze

początek nab. 2022/2023 (początek Luty 2023)

GRUPY ZAJĘĆ / PRZEDMIOTY		Dyscyplina naukowa	ogółem godzin/ pkt ECTS		ECTS / kształt umiędzynarod. naukowe	ECTS udział NA	w tym godzin:					liczba godzin/rygor/pkt ECTS w semestrze:						jednostka organizacyjna administrująca odpowiedzialna za przedmiot	Uwagi	
			I. godz.	ECTS			wykl.	ćwicz.	lab.	projekt	semin.	I		II		III				
												godz.	ECTS	godz.	ECTS	godz.	ECTS			
A. Grupa treści kształcenia ogólnego																				
B. Grupa treści kształcenia podstawowego				240,0	17,0	10,0	13,0	98,0	130,0				12,0	210,0	15,0		30,0	2,0		
B.1	Wybrane działy matematyki	IM/AEE	60	4,0	3,0	3,0	30	30					60	E 4				WCY		
B.2	Wybrane działy fizyki	IM/AEE	30	2,0	2,0	2,0	16	14					30	Zo 2				WML-ITL		
B.3	Modelowanie i podstawy identyfikacji	IM/AEE	50	4,0	3,0	2,5	20	30					50	E 4				WML-ITL		
B.4	Techniki kosmiczne	IM	40	3,0	2,0	2,0	16	12			12	40	Zo 3					WML-ITL		
B.5	Przedsiębiorczość i zarządzanie	NZJ	30	2,0		2,0	16	14								30	Zo 2	WCY-KOZ		
B.6	Język obcy	J	30	2,0		1,5	30					30	Zo 2					SJO		
C. Grupa treści kształcenia kierunkowego				270,0	21,0	16,0	12,5	108,0	80,0	16,0		66,0	190,0	15,0		80,0	6,0			
C.1	Dynamika i sterowanie statków powietrznych	IM/AEE	50	3,0	3,0	2,0	20	30					50	Zo 3,0				WML-ITL		
C.2	Projektowanie i optymalizacja konstrukcji lotniczych	IM/AEE	50	4,0	4,0	2,0	20	18			12	50	Zo 4,0					WML-ITL		
C.3	Modelowanie przepływów w konstrukcjach lotniczych	IM/AEE	50	4,0	4,0	2,0	14	8			28	50	Zo 4,0					WML-ITL		
C.4	Architektury systemów awionicznych	AEE	40	4,0	3,0	2,0	20	10			10	40	Zo 4,0					WML-ITL		
C.5	Specialized english terminology	IM/AEE	30	2,0	2,0	2,0	14				16							WML-ITL		
C.6	Zarządzanie eksploatacją statków powietrznych	NZJ	50	4,0		2,5	20	14	16							50	E 4	WML-ITL		
D1. Grupa treści wybieralnych - AWIONIKA				370,0	30,0	21,0	19,0	132,0	130,0	72,0	30,0	6,0			370,0	30,0				
D1.1	Symulacje układów awionicznych	AEE	40	3,0	3,0	2,0	16	24						40	Zo 3			WML-ITL		
D1.2	Czujniki i przetworniki inteligentne	AEE	40	3,0	2,0	2,0	16	10	14					40	Zo 3			WML-ITL		
D1.3	Systemy wbudowane	AEE	60	5,0	2,0	3,0	24	14	16		6			60	E 5			WML-ITL		
D1.4	Lotnicze systemy energetyczne	AEE	40	3,0	2,0	2,0	16	10	14					40	Zo 3			WML-ITL		
D1.5	Oprogramowanie systemów awionicznych	AEE	40	3,0	3,0	2,0	16	24						40	Zo 3			WML-ITL		
D1.6	Cyfrowe systemy sterowania	AEE	60	5,0	4,0	3,0	20	24	16					60	E 5			WML-ITL		
D1.7	Metody adaptacyjne	AEE	60	5,0	3,0	3,0	24	24	12					60	Zo 5			WML-ITL		
D1.8	Praca przejściowa	IM/AEE	30	3,0	2,0	2,0				30				30	Zo 3			WML-ITL		
D2. Grupa treści wybieralnych - SAMOLOTY I ŚMIGŁOWCE				370	30,0	21	19	142	132	46	50				370	30				
D2.1	Sterowanie zespołów napędowych	IM/AEE	50	4,0	3,0	2,0	30	20						50	Zo 4			WML-ITL		
D2.2	Wymiana ciepła i masy	IM	40	3,0	3,0	2,0	16	24						40	Zo 3			WML-ITL		
D2.3	Projektowanie płatowców	IM	50	4,0	4,0	3,0	20	10			20			50	E 4			WML-ITL		
D2.4	Zintegrowane systemy wytwarzania	IM	50	4,0	2,0	2,0	20	16	14					50	Zo 4			WML-ITL		
D2.5	Sprężystość i stateczność konstrukcji lotniczych	IM	50	4,0	3,0	2,0	20	20	10					50	Zo 4			WML-ITL		
D2.6	Eksploatacja i diagnozowanie lotniczych zespołów napędowych	IM	50	4,0	2,0	3,0	16	22	12					50	E 4			WML-ITL		
D2.7	Technologia produkcji i napraw statków powietrznych	IM	50	4,0	2,0	3,0	20	20	10					50	Zo 4			WML-ITL		
D2.8	Praca przejściowa	IM/AEE	30	3,0	2,0	2,0				30				30	Zo 3			WML-ITL		
D3. Grupa treści wybieralnych - NAPIĘDY LOTNICZE				370	30,0	21	19	142	132	46	50				370	30				
D3.1	Sterowanie zespołów napędowych	IM/AEE	50	4,0	3,0	2,0	30	20						50	Zo 4			WML-ITL		
D3.2	Wymiana ciepła i masy	IM	40	3,0	3,0	2,0	16	24						40	Zo 3			WML-ITL		
D3.3	Projektowanie silników lotniczych	IM	50	4,0	3,0	3,0	20	10			20			50	E 4			WML-ITL		
D3.4	Zintegrowane systemy wytwarzania	IM	50	4,0	2,0	2,0	20	16	14					50	Zo 4			WML-ITL		
D3.5	Aerospężystość napędów lotniczych	IM	50	4,0	4,0	2,0	20	20	10					50	Zo 4			WML-ITL		
D3.6	Eksploatacja i diagnozowanie lotniczych zespołów napędowych	IM	50	4,0	2,0	3,0	16	22	12					50	E 4			WML-ITL		
D3.7	Technologia produkcji silników lotniczych	IM	50	4,0	2,0	3,0	20	20	10					50	Zo 4			WML-ITL		
D3.8	Praca przejściowa	IM/AEE	30	3,0	2,0	2,0				30				30	Zo 3			WML-ITL		
E. Praca dyplomowa				30	22,0	5,0	7,0				30					30	22			
E1	Seminarium dyplomowe	IM/AEE	30	2,0	1,0	2,0					30					30	Z 2	WML-ITL		
E2	Praca dyplomowa	IM/AEE		20,0	4,0	5,0											Z 20	WML-ITL		
OGÓŁEM GODZIN * / pkt. ECTS - AWIONIKA				910	90,0	52,0	50,0	338	340	88	30	114	400	30,0	370	30,0	140	30,0		
OGÓŁEM GODZIN * / pkt. ECTS - SIŚ				910	90,0	52,0	50,0	348	342	82	50	108	400	30,0	370	30,0	140	30,0		
OGÓŁEM GODZIN * / pkt. ECTS - NL				910	90,0	52,0	50,0	348	342	82	50	108	400	30,0	370	30,0	140	30,0		
dopuszczalny deficyt pkt. ECTS*													12		12		0			
Rodzaje i liczba rygorów w semestrze:												liczba egzaminów	E	2		2		1		
												liczba zaliczeń na ocenę	Zo	6		6		2		
												liczba zaliczeń	Z					2		
												liczba projektów przejściowych	P				1/2/2		2	

* Zgodnie z decyzją Dziekana ws. norm i normatywów procesu dydaktycznego WML

Plan studiów zaopiniowany przez Wydziałową Radę ds. Kształcenia Wydziału Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa w dniu 16.11.2022 (Opinia nr 34/2022)