

Program studiów

Kierunek studiów:	inżynieria lotnicza i kosmiczna
Poziom studiów:	studia drugiego stopnia
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Formy studiów:	studia stacjonarne
Liczba semestrów:	3
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	90 ECTS
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister inżynier
Kierunek studiów jest przyporządkowany do dyscyplin:	inżynieria lądowa, geodezja i transport: 60% – dyscyplina wiodąca inżynieria mechaniczna: 30% inżynieria materiałowa: 10%
Łączna liczba godzin zajęć:	900
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	45 ECTS
Liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne:	5 ECTS
Wymiar oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych:	Brak realizacji praktyki zawodowej.
Zasady i forma odbywania praktyk zawodowych:	Brak realizacji praktyki zawodowej.

Efekty uczenia się

Symbol	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji
Wiedza: zna i rozumie		
K2A_W01	W pogłębionym stopniu zagadnienia z zakresu matematyki i innych obszarów nauki oraz dyscyplin inżynierijno-technicznych, a także z zakresu inżynierii lotniczej i kosmicznej, przydatne do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich.	P7S_WG
K2A_W02	Podstawowe, podbudowane teoretycznie procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych oraz metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań związanych z kierunkiem inżynierii lotniczej i kosmicznej.	P7S_WG inż. P7S_WK inż.
K2A_W03	Podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości, ze szczególnym uwzględnieniem przemysłu lotniczego i kosmicznego.	P7S_WK
K2A_W04	Społeczne, ekonomiczne, prawne, etyczne i inne pozatechniczne uwarunkowania działalności inżynierskiej, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, pojęcia ochrony środowiska i bezpieczeństwa w zakresie inżynierii lotniczej i kosmicznej.	P7S_WK
K2A_W05	Podstawowe problemy współczesnej cywilizacji właściwe dla studiów w obszarze lotnictwa i kosmonautyki.	P7S_WK
K2A_W06	Główne tendencje rozwojowe dyscyplin naukowych związanych z inżynierią lotniczą i kosmiczną.	P7S_WG
Umiejętności: potrafi		
K2A_U01	Identyfikować, formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy związane ze studiowanym kierunkiem przez zastosowanie zasad inżynierii, nauki i matematyki, a także innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach, przystosowując istniejące lub opracowane nowe metody i narzędzia.	P7S_UW
K2A_U02	Formułować i testować hipotezy związane z problemami badawczymi w obszarze lotnictwa i kosmonautyki.	P7S_UW
K2A_U03	Planować i przeprowadzać eksperymenty związane ze studiowanym kierunkiem, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki oraz wyciągać wnioski.	P7S_UW inż.

K2A_U04	<p>Identyfikować i formułować specyfikację zadań inżynierskich oraz ich rozwiązania:</p> <ul style="list-style-type: none"> – wykorzystywać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne, – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne, jak również związane z problematyką ochrony środowiska i bezpieczeństwa w lotnictwie i kosmonautyce, – dokonywać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich. <p>Potrafi dokonywać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych i oceniać te rozwiązania.</p>	P7S_UW inż.
K2A_U05	Zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonać typowe dla obszaru inżynierii lotniczej i kosmicznej, złożone urządzenie, obiekt, system lub zrealizować proces, używając właściwych metod, technik, narzędzi i materiałów.	P7S_UW inż.
K2A_U06	Pracować indywidualnie i w zespole, przyjmując w nim różne role, w tym rolę wiodącą; potrafi kierować pracą zespołu.	P6S_UO
K2A_U07	Właściwie dobierać źródła i informacje z nich pochodzące, dokonywać oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji; potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, z użyciem specjalistycznej terminologii i nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych, prowadzić debatę oraz prezentować wyniki swoich osiągnięć na forum; potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią z obszaru lotnictwa i kosmonautyki.	P7S_UK
K2A_U08	Dobierać i korzystać z właściwych, zaawansowanych technik, umiejętności i nowoczesnych narzędzi inżynierskich, także informatycznych, w procesie rozwiązywania problemów badawczych w obszarach związanych z lotnictwem i kosmonautyką.	P7S_UW P7S_UW inż.
K2A_U09	Samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie.	P7S_UU
K2A_U10	Dobrać i zastosować prawa, techniki i zasady z zakresu mechaniki, aerodynamiki lotniczej i mechaniki lotu do rozwiązywania zaawansowanych zadań inżynierskich związanych z projektowaniem i eksploatacją statków powietrznych, w tym bezpilotowych statków powietrznych oraz lotniskowych systemów logistycznych.	P7S_UW
Kompetencje społeczne: jest gotów do		
K2A_K01	Krytycznej oceny posiadanej wiedzy i obieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązywaniem problemu.	P7S_KK
K2A_K02	Wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego, inicjowania działań na rzecz interesu publicznego, myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P7S_KO
K2A_K03	Odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodu, przestrzegania i rozwijania etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad; ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym z zakresu ochrony środowiska i bezpieczeństwa.	P7S_KR

Learning outcomes

Symbol	Assumed learning outcomes	The reference to the characteristics of the second level learning outcomes of the Polish Qualification Framework
Knowledge: knows and understands		
K2A_W01	Problems in mathematics and other areas of science and engineering disciplines within aerospace engineering, useful for formulating and solving complex engineering tasks - in a deeper degree.	P7S_WG
K2A_W02	Basic, theoretically based processes occurring in the life cycle of equipment, objects and technical systems, as well as methods, techniques, tools and materials used in solving complex tasks related to aerospace engineering.	P7S_WG inż. P7S_WK inż.
K2A_W03	Basic principles of creating and developing various forms of individual entrepreneurship, with particular emphasis on the aerospace industry.	P7S_WK
K2A_W04	Social, economic, legal, ethical and other non-technical conditions of engineering activities, including the principles of protection of industrial property and copyright, concepts of environmental protection and safety in the field of aerospace engineering.	P7S_WK
K2A_W05	Basic problems of modern civilization relevant to the studies in aeronautics and cosmonautics.	P7S_WK
K2A_W06	Main development trends of scientific disciplines related to Aerospace Engineering.	P7S_WG
Skills: is able to		
K2A_U01	Identify, formulate and solve complex and unusual problems related to the studied major by applying principles of engineering, science and mathematics, as well as innovatively perform in unpredictable conditions, adapting existing or developed new methods and tools.	P7S_UW
K2A_U02	Formulate and test hypotheses related to research problems in the area of aerospace and space science.	P7S_UW

K2A_U03	Plan and conduct experiments related to the field of study, including measurements and computer simulations, interpret the obtained results and draw conclusions.	P7S_UW inż.
K2A_U04	Identify and formulate specifications of engineering tasks and their solutions: - use analytical, simulation and experimental methods, - use analytical, simulation and experimental methods, recognize their system and non-technical aspects, including ethical aspects as well as those related to environmental protection and safety issues in aviation and aerospace, - make preliminary economic assessment of the proposed solutions and engineering actions taken. He/she can make a critical analysis of the functioning of existing technical solutions and assess these solutions.	P7S_UW inż.
K2A_U05	Design - according to given specifications - and manufacture a complex device, object, system or process typical for aerospace engineering field, using appropriate methods, techniques, tools and materials.	P7S_UW inż.
K2A_U06	Work individually and in a team, assuming various roles within it, including the leading role; is able to manage the work of a team.	P6S_UO
K2A_U07	Select relevant sources and information, evaluate, critically analyse, synthesise, creatively interpret and present this information; is able to communicate on specialised subjects to various groups of recipients, using specialised terminology and modern information and communication technologies, debate and present the results of his/her actions on the forum; is able to use a foreign language at the B2+ level of the Common European Framework of Reference for Languages and specialised terminology in the field of aeronautics and space science.	P7S_UK
K2A_U08	Select and use appropriate, advanced techniques, skills and modern engineering tools, including computer tools, in the process of solving research problems in areas related to aerospace.	P7S_UW P7S_UW inż.
K2A_U09	Independently plan and implement their own lifelong learning and guide others to do so.	P7S_UU
K2A_U10	Select and apply laws, techniques and principles of mechanics, aerodynamics and flight mechanics to solve advanced engineering tasks related to the design and operation of aircraft, including unmanned aerial vehicles and airport logistics systems.	P7S_UW
Social competence: is ready to		
K2A_K01	Critically appraise the acquired knowledge and the acquired content, to recognise the importance of knowledge in solving cognitive and practical problems and to consult experts when having difficulties in solving problems independently.	P7S_KK
K2A_K02	Fulfill social obligations, to inspire and organize activities for social environment, to initiate actions for public interest, to think and act in a creative and entrepreneurial way.	P7S_KO
K2A_K03	Responsible performance of professional roles, taking into account changing social needs, development of professional achievements, upholding the ethos of the profession, observing and developing professional ethics and acting to respect these principles; is aware of the importance and understanding of non-technical aspects and effects of engineering activities, including environmental protection and safety.	P7S_KR

Zajęcia i grupy zajęć

Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Liczba punktów ECTS	Efekty uczenia się (symbol) przypisane do zajęć lub grupy zajęć	Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się
Język obcy – obowiązkowy	4	K2A_U07	Wybrane zagadnienia technologiczne w języku angielskim - tematyka/słownictwo, funkcje komunikacyjne i struktury gramatyczne na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego z elementami języka specjalistycznego – technicznego.
Grupa zajęć HES – obowiązkowe	5	K2A_W03 K2A_W04 K2A_W05 K2A_U04 K2A_U09 K2A_K02 K2A_K03	SMS, CM, MS, polityka bezpieczeństwa i jej cele zaangażowanie i odpowiedzialność kierownictwa, wyznaczenie personelu kluczowego dla systemu bezpieczeństwa, koordynacja planowania reagowania awaryjnego, dokumentacja SMS, ciągłe doskonalenie SMS, zarządzanie ryzykiem i zmianą dotyczącym bezpieczeństwa, komunikacja dotycząca bezpieczeństwa, zarządzanie relacjami, monitorowanie zgodności. Zanieczyszczenia hałasem, spalinami, zajmowanie dużych powierzchni terenów przez lotniska, zmiany morfologiczne oraz hydrologiczne w pobliżu lotnisk, polityka ochrony środowiska w UE w kwestiach lotnictwa, technologie ograniczające negatywny wpływ na środowisko, finansowanie inwestycji związanych z ochroną środowiska, odpady stałe powstające w procesie obsługi statków powietrznych.
Grupa zajęć podstawowych związanych z kierunkiem – obowiązkowe	6	K2A_W01 K2A_W04 K2A_W05 K2A_U01 K2A_U02 K2A_U03 K2A_U08 K2A_K02	Matematyczne podstawy optymalizacji, optymalizacja jedno i wielokryterialna, klasyfikacja metod optymalizacji, aplikacyjne aspekty metod optymalizacji, analityczne metody rozwiązywania zadań optymalizacyjnych, numeryczne metody rozwiązywania zadań optymalizacyjnych, narzędzia stosowane do rozwiązywania zadań optymalizacyjnych. Zapoznanie z szerokim spektrum praw fizyki - w tym osiągnięć fizyki współczesnej – występujących w atmosferze i związanych z tym zjawisk meteorologicznych. Analiza z fizycznego punktu widzenia zagadnień termodynamicznych, hydrodynamicznych, elektro-magnetycznych oraz optycznych. Zagadnienia fizyki atmosfery innych planet Układu Słonecznego oraz ostatnie osiągnięcia dotyczące egzoplanet.

Grupa zajęć kierunkowych – obowiązkowe	6	K2A_W01 K2A_W02 K2A_W06 K2A_U04 K2A_U05 K2A_U08 K2A_K01	Metody i narzędzia obrazowania i skanowania laserowego (fotogrametria, lotniczy skaning laserowy) – budowa i zasada działania sensorów, konfiguracja i obsługa systemów. Automatyczne metody identyfikacji obiektów naziemnych i przestrzennego odwzorowania otoczenia – projektowanie i implementacja algorytmów przetwarzania i rozpoznawania. Narzędzia modelowania, oceny i weryfikacji chmury punktów. Zakres przedmiotu obejmuje wiedzę z podstaw budowy statków kosmicznych, materiałów konstrukcyjnych oraz współczesnych metod projektowych stosowanych w konstruowaniu tego typu obiektów latających. Podstawowe elementy konstrukcyjne statków kosmicznych zostaną omówione pod kątem ich przeznaczenia, budowy oraz stosowanych materiałów konstrukcyjnych i ich właściwości.
Grupa zajęć kierunkowych w języku angielskim – obowiązkowe	6	K2A_W01 K2A_W02 K2A_W05 K2A_W06 K2A_U01 K2A_U04 K2A_U05 K2A_U08 K2A_K01	Introduction to space system engineering. Mission design methodology. Power system. Attitude and Orbit Control System, Guidance Navigation and Control. Communication system. Propulsion system. Satellite modes. Requirements and tracking. Quality control. Teamwork. Test and Launch campaign. Standards ECSS (European Cooperation for Space Standardization). Interfaces. Wprowadzenie do materiałów inteligentnych, projektowanie i symulacja wielofunkcyjnych zaawansowanych systemów materiałowych, wybór zaawansowanych materiałów do realizacji funkcji pomiarowych i aktywacyjnych, integracja złożonych funkcji do struktur inteligentnych, zastosowania inteligentnych struktur, np. struktury zintegrowane, monitorowanie stanu konstrukcji, robotyka.
Grupa zajęć kierunkowych – zwiastuny specjalności – do wyboru	8	K2A_W01 K2A_W02 K2A_W04 K2A_W06 K2A_U03 K2A_U04 K2A_U05 K2A_U07 K2A_U08 K2A_U10 K2A_K01 K2A_K03	Podstawy modelowania i symulacji, klasyfikacja metod modelowania i symulacji, wprowadzenie do wybranych metod, technik i narzędzi modelowania, zasady modelowania i symulacji, metodyki projektowe oparte na modelowaniu i symulacjach w tym między innymi (FEM, CFD, MBD, MDO), przykłady zastosowanie metod modelowania i symulacji na różnych etapach rozwoju konstrukcji lotniczych. Zakres przedmiotu obejmuje wiedzę z zakresu ewolucji, stanu obecnego oraz przyszłości napędów lotniczych i kosmicznych. Podstawowa wiedza z tego zakresu zostanie przekazana w sposób uporządkowany z omówieniem podstawowych zjawisk fizycznych koniecznych do zrozumienia działania napędów LiK. Omówione zostaną główne typy napędów, zarówno od strony samego silnika jak i pozostałych elementów napędów. Zaawansowane materiały polimerowe i kompozytowe stosowane w konstrukcjach lotniczych i kosmicznych. Wybrane aspekty projektowania i wytwarzania konstrukcji kompozytowych, mechanizmy niszczenia i naprawa struktur kompozytowych, metody oceny struktury i właściwości kompozytowych konstrukcji lotniczych. Podstawy zagadnień przestrzennych związanych z geoinformacją, układy współrzędnych, praktyczne zastosowanie systemów informacji geograficznej (GIS), geopozycjonowanie, wpływ lotnictwa na środowisko, wizualizacja przelotów samolotu, analizy meteorologiczne, modele 3D, wizualizacja zjawisk na mapie. Klasyfikacja i budowa bezzałogowych statków powietrznych, struktura nośna jej kształtowanie, podsystemy bezzałogowych statków powietrznych, obliczenia i dobór parametrów podsystemów, definiowanie założeń operacyjnych, metody projektowania, identyfikacja obciążeń konstrukcji, obwiednia obciążeń, układy wykonawcze oraz konfiguracje systemu sterowania.
Grupa zajęć kierunkowych definiujących specjalności – do wyboru	15	K2A_W01 K2A_W02 K2A_W03 K2A_W04 K2A_W05 K2A_W06 K2A_U01 K2A_U02 K2A_U03 K2A_U04 K2A_U05 K2A_U06 K2A_U08 K2A_U10 K2A_K01 K2A_K02 K2A_K03	Rozproszone napędy dzięki swym unikalnym cechom takim jak mniejsze zużycie paliwa czy redukcja hałasu, stanowią alternatywę dla powszechnie stosowanych napędów lotniczych. W ramach przedmiotu przedstawione zostaną najpopularniejsze technologie rozproszonych napędów, ich wady i zalety oraz perspektywy, a także zastosowanie w lotnictwie cywilnym i w bezzałogowych statkach powietrznych. Omówione zostaną materiały stosowane w konstrukcjach lotniczych i kosmicznych, ich własności wytrzymałościowe, użytkowe i technologiczne. Przedstawione zostaną obecnie stosowane i przyszłościowe technologie produkcji wybranych elementów konstrukcyjnych. Nakreślone zostaną osiągnięcia inżynierii materiałowej i kierunki rozwoju w najbliższym czasie odnośnie statków powietrznych i kosmicznych. Lot napędzanego statku powietrznego, rola napędu, szczegółowa charakterystyka napędów, zespoły napędowe samolotów, śmigłowców i BSP, klasyfikacja napędów i obszary ich zastosowania, ciąg niezbędny do lotu statku powietrznego, zabudowa zespołów napędowych na statkach powietrznych, napędy Bezzałogowych Statków Powietrznych, napędy elektryczne w lotnictwie, paliwa stosowane w lotnictwie. Podstawy automatyzacji procesu projektowania, metody integracji wiedzy w procesie projektowania, metody reprezentacji wiedzy, projektowanie oparte na wiedzy, modelowanie auto generujące, podstawy budowy modeli auto generujących, techniki i narzędzia stosowane do budowy modeli auto generujących, zastosowanie zaawansowanych systemu CAx do automatyzacji prac projektowych. Klasyfikacja wiroplątów, podstawy budowy i sterowania wiroplątów, wprowadzenie do projektowania wiroplątów, podstawy mechaniki lotu wiroplątów, identyfikacja obciążeń konstrukcji, obliczenia koncepcyjne wiroplątów, budowa wirnika, struktura i rozwiązania konstrukcji nośnych wiroplątów, identyfikacja obciążeń konstrukcji wiropląta. W ramach wykładu zostaną przedstawione zasady i metody zaawansowanego modelowania MES w MSC. Software i wybranych systemach (elementy MPC, kontakt, spawanie itp.). W ramach laboratorium – modelowanie, obliczenia i interpretacja wyników na przykładach prostych i złożonych. Zastosowanie metod MES do analiz strukturalnych oraz analiz przepływów.

		<p>Procesy specjalne realizowane w przemyśle lotniczym. Niekonwencjonalne procesy obróbki mechanicznej. Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna komponentów lotniczych. Powłoki galwaniczne na nadstopach Ni. Procesy specjalne wytwarzania warstw żaroodpornych. Zaawansowane powłoki wytwarzane metodami fizycznymi. Certyfikacja procesów specjalnych oraz normy lotnicze w zakresie powłok ochronnych. Podstawy technologii przystosowych. Etapy przygotowania modelu i wydruku. Dobór materiałów. Inżynieria odwrotna. Skanowanie optyczne, zasada, cele i możliwości metody. Charakterystyka metod: FDM (Fused Deposition Modeling), SLM (Selective Laser Melting), SLS (Selective Laser Sintering). Charakterystyka metody SLA (Stereolithography). Charakterystyka metody LOM i MJM.</p> <p>Statystyka opisowa. Elementy statystyki matematycznej – weryfikacja hipotez statystycznych za pomocą metod parametrycznych i nieparametrycznych. Podstawy analizy korelacji oraz budowania modelu regresji jednej zmiennej. Zajęcia praktyczne realizowane z wykorzystaniem oprogramowania w celu wykształcenia umiejętności samodzielnego rozwiązywania problemów z zastosowaniem metod statystycznych.</p> <p>Introduction to space mission design. Space mission types. Ground and space segments. Design methodology. CDF (Concurrent Design Facility). Space mission phases. Requirements, definitions and tracking. Manufacturing process. Test campaign. Launch campaign. Administrative and legal issues. Technology Readiness Levels. Risk analysis. Quality control. Lessons learned.</p> <p>Podstawy matematyczne astrodynamiki użyteczne w analizie trajektorii lotu oraz utrzymaniu orientacji statku kosmicznego w różnych warunkach, w tym w zaburzonych polach grawitacyjnych. Zastosowanie sensorów i aktuatorów w astrodynamice oraz analiza sygnałów i optymalizacja parametrów lotu. Wprowadzenie do problemów napędów statków kosmicznych. Omówienie praktycznych aspektów lotów na Marsa.</p> <p>Podstawy teledetekcji, wybrane metody GIS oraz pozyskiwanie, wyświetlanie, interpretacja i analiza danych ze skaningu lotniczego oraz zobrazowań satelitarnych. Zastosowanie fotogrametrii w różnych dyscyplinach naukowych, przemysłowych, metrologicznych, militarnych, medycznych, rolnictwie, analizie skutków klęsk żywiołowych oraz w analizie zróżnicowania przestrzennego środowiska geograficznego.</p> <p>System zarządzania przedsiębiorstwem transportu lotniczego. Instytucjonalne i funkcjonalne podejście do zarządzania. Ujęcie ekonomiczne, administracyjne i socjologiczne. Proces zarządzania i jego elementy. Istota i główne cechy zarządzania strategicznego i operacyjnego. Pojęcie strategii. Etapy procesu zarządzania strategicznego. Planowanie operacyjne i controlling operacyjny oraz strategiczny.</p> <p>Podstawowe definicje biometrii, systemy biometryczne, dane i błędy w biometrii, biometria behawioralna i anatomiczna, biometria w ruchu pasażerskim, biometria w zabezpieczeniu lotnisk, przykłady stosowanych systemów lotniskowych biometrii, biometria w prawie, dokumenty biometryczne w podróży, aspekty etyczne, interoperacyjność systemów biometrycznych, samoobsługa na lotnisku.</p> <p>Podstawowy opis zjawiska przepływu płynu, opływ powierzchni i przepływy objętościowe, przepływ turbulentny, modele turbulencji, metoda objętości skończonych, symulacje stacjonarne oraz nieustalone. Wykorzystanie pakietu ANSYS FLUENT. Ćwiczenia obejmujące całość procesu przeprowadzania symulacji numerycznych. Przygotowanie modelu geometrycznego, siatki numerycznej, konfiguracja modelu, symulacje.</p> <p>Wprowadzenie do zagadnień energooszczędności napędów kryteria i metody oceny energooszczędności, klasyfikacja i porównanie układów napędowych, hybrydyzacja układów napędowych i układów zasilania, klasyfikacja i budowa oraz dobór silników elektrycznych, sterowanie napędów elektrycznych, układy zasilania m.in. akumulatory, ogniwa paliwowe, ogniwa fotowoltaiczne.</p> <p>W ramach przedmiotu zostaną przedstawione podstawy aeroelastyczności. Przedstawiona zostanie klasyfikacja niekorzystnych zjawisk aeroelastycznych. Omówione zostaną zadania i metody rozwiązywania podstawowych problemów aeroelastyczności oraz wpływ zjawisk aeroelastycznych na zachowanie się statku powietrznego. W ramach projektu studenci zamodelują i rozwiążą zagadnienia proste i złożone.</p> <p>Magistrale komunikacyjne, bezpieczeństwo sieci przewodowych i bezprzewodowych, redundancja sieci pokładowych, sieciowe urządzenia pokładowe, konfiguracja sieci pokładowych, analizatory sieciowe, metody szyfrowania połączeń, metody testowania protokołów komunikacyjnych, metody ataków na sieci bezprzewodowe, realizacja testów penetracyjnych dla systemów lotniczych, metody separacji sieci.</p> <p>Troska o środowisko, a także konieczność oszczędnego gospodarowania źródłami energii stanowią główne powody do poszukiwania alternatywnych napędów lotniczych. W ramach przedmiotu omówione zostaną alternatywne napędy lotnicze oraz paliwa, a także ich zastosowanie w statkach powietrznych poddźwiękowych i naddźwiękowych. Poruszona zostanie również kwestia wpływu tych technologii na środowisko.</p> <p>W bezzałogowych statkach powietrznych (BSP czy UAV) w zależności od ich wielkości i przeznaczenia stosuje się różnego rodzaju zespoły napędowe. Przedmiot obejmuje wiedzę z zakresu napędów stosowanych w małych i dużych, cywilnych i wojskowych konstrukcjach bezzałogowych. Przedstawiona zostanie przeznaczenie, konstrukcje oraz dobór tego typu zespołów napędowych z uwzględnieniem zastosowania.</p>
--	--	---

			<p>Budowa i zasady działania silników elektrycznych; zasada wytwarzania momentu elektromagnetycznego; silniki z magnesami trwałymi PMSM, BLDC; układy sterowania silników prądu stałego i przemiennego; sterowanie położenia, prędkości, momentu; układy zasilania, przetworniki AC/DC, DC/DC, DC/AC; baterie akumulatorów, układy BMS; odnawialne źródła energii: ogniwa paliwowe i fotowoltaiczne</p> <p>Struktury cienkościenne jako struktury odkształcalne; projektowe, konstrukcyjne, technologiczne oraz wytwórcze aspekty struktur wysoce elastycznych, zasady kształtowania struktur odkształcalnych, metody analizy struktur wysoce elastycznych, przykłady zastosowania i rozwiązań w technice lotniczej, konstrukcje bazujące na strukturach odkształcalnych.</p> <p>Kierunki i perspektywy rozwoju materiałów metalowych, kompozytowych i specjalnych stosowanych w lotnictwie i kosmonautyce. Kierunki rozwojowe technologii lotniczych. Rynek materiałów lotniczych. Kierunki rozwoju lotnictwa na świecie i w Polsce</p> <p>Statystyczna kontrola procesów w przemyśle lotniczym, 7 nowoczesnych narzędzi w inżynierii jakości, zarządzanie ryzykiem w lotnictwie, FMEA, proces podejmowania decyzji w przemyśle lotniczym, wprowadzanie zmian i zarządzanie zmianą, metrologia, pojęcie niezgodności, nadzór nad wyrobem niezgodnym w lotnictwie i kosmonautyce, doskonalenie kadry, plany szkoleń, nadzór nad procesami kluczowymi.</p> <p>Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi i zaawansowanymi metodami przetwarzania danych satelitarnych, zarówno obrazowych jak i telemetrycznych. Omówione zostaną najnowsze algorytmy przetwarzania i analizy obrazowych danych lotniczych i satelitarnych, poprawy jakości obrazów satelitarnych oraz detekcji anomalii w satelitarnych danych telemetrycznych.</p> <p>Manipulatory używane w inżynierii kosmicznej. Specyficzne wymagania stawiane urządzeniom, jak np. możliwie mała masa, możliwość "spakowania", niewielki pobór mocy, wymagana niezawodność, praca w skrajnie różnych temperaturach, elastyczność konstrukcji, rozwiązania mechaniczne dot. poślizgu oraz sterowanie nimi powodują, że są to unikatowe rozwiązania inżynierskie (np. robotyczne ramię Canadarm).</p> <p>Rola i funkcje klasyfikacji towarów, normalizacja na rynku towarów, towaroznawstwo artykułów żywnościowych, przemysłowych, opakowania towarów: pojęcie, klasyfikacja opakowań, surowce opakowaniowe, identyfikacja materiałów opakowaniowych, system wymiarowy opakowań – zależności wymiarowe, ładunkoznawstwo – pojęcie, istota i cele, klasyfikacja ładunków, kryteria podziału, podatność transportowa.</p> <p>Znaczenie zaopatrzenia i dystrybucji w przedsiębiorstwach oraz systemie logistycznym transportu lotniczego. Funkcje i organizacja procesów zaopatrzenia. Zakupy zaopatrzeniowe a technologia informacyjna. Analiza rynku zaopatrzeniowego. Ocena jakościowa i ilościowa dostawców. Strategia, marketing i procedury zakupów. Istota, struktura i charakterystyka kanałów dystrybucji oraz rola pośredników.</p> <p>Zaawansowane konfiguracje bezzałogowych statków powietrznych, technologiczne aspekty kształtowania konstrukcji bezzałogowych statków powietrznych, metodyka obliczeń nietypowych konfiguracji bezzałogowych statków powietrznych, zaawansowane obliczenia przykładowych konstrukcji, tendencje rozwojowe bezzałogowych statków powietrznych.</p> <p>Odpowiedzialność operatora BSP za wykonywane loty, korzyści i zagrożenia związane z wykorzystaniem BSP na lotnisku, przyczyny zagrożeń bezpieczeństwa lotów BSP, bezpieczeństwo operacji lotniczych w aspekcie szkolenia i pracy operatorów bezzałogowych statków powietrznych, wybrane zagadnienia lotów BSP w przestrzeni powietrznej nad lotniskiem, wykorzystanie symulatorów VR do szkolenia operatorów i obsługi platform BSP, taktyka pracy w roku oraz jej implementacja w środowiskach wirtualnej rzeczywistości, systemy dostarczające usługę lokalizacji BSP dla przestrzeni U-Space</p>
Grupa zajęć modułowych definiujących specjalność „Napędy LiK”-obowiązkowa	11	<p>K2A_W01 K2A_W02 K2A_W06 K2A_U01 K2A_U03 K2A_U04 K2A_U05 K2A_K01</p>	<p>Celem przedmiotu jest omówienie i zdobycie praktycznej wiedzy w zakresie użycia najpopularniejszych metod i narzędzi numerycznych pomocnych przy projektowaniu, budowie oraz eksploatacji silników lotniczych. W zakres przedmiotu wchodzi metody numeryczne do modelowania przepływów płynów i ciepła, do modelowania stanu naprężenia i odkształcenia w materiałach oraz do analizy ryzyka.</p> <p>Zakres przedmiotu obejmuje wprowadzenie do problematyki modelowania napędów lotniczych i kosmicznych przy użyciu współczesnych narzędzi komputerowych wspomagających projektowanie oraz obliczenia numeryczne. Zostaną omówione zagadnienia modelowania obiegów oraz procesów spotykanych w napędach lotniczych i kosmicznych, jak i zagadnienia komputerowego wspomagania projektowania wybranych elementów.</p> <p>Oprócz poznania zasady działania i budowy napędów lotniczych niemniej ważna jest wiedza na temat sposobu ich sterowania oraz eksploatacji. Metoda sterowania elementami napędów lotniczych, w ty przede wszystkim silnikiem, ma decydujący wpływ na charakter pracy oraz sposób eksploatacji. Omówione będą obecnie istniejące metody w zakresie sterowania i eksploatacji oraz wyzwania przed nimi stojące.</p>
Grupa zajęć modułowych definiujących specjalność „Metody projektowania i symulacji	11	<p>K2A_W01 K2A_W02 K2A_W05 K2A_W06 K2A_U01 K2A_U04 K2A_U05</p>	<p>Podstawy i zastosowanie metodyki MDO w lotnictwie. W ramach przedmiotu zostaną przedstawione podstawy optymalizacji multidyscyplinarnej. Omówione zostaną zadania i metody optymalizacji jedno- i wielokryterialnej oraz interpretacja wyników. W ramach laboratorium rozwiązywane będą zagadnienia proste i złożone różnymi metodami.</p> <p>Metodologia MBD (Model Based Design); modelowanie podsystemów lotniczych oraz obiektów lotniczych, modelowanie silników elektrycznych prądu stałego</p>

w LiK – obowiązkowa		K2A_U07 K2A_U08 K2A_K01 K2A_K03	i przemienne, baterii akumulatorów, odnawialnych źródeł energii, przetworników energoelektronicznych; dobór i optymalizacja parametrów układów sterowania silników elektrycznych oraz układów zasilania pod kątem ich zastosowania w elektro mobilności. Wprowadzenie do materiałów kompozytowych, aspekty projektowania konstrukcji z tworzyw sztucznych wzmacnianych włóknami, np. klasyczna, interaktywna i spiralna metoda rozwoju, wymiarowanie z uwzględnieniem różnych technologii wytwarzania, weryfikacja numeryczna i eksperymentalna konstrukcji kompozytowych, np. Metoda elementów skończonych, badania nieniszczące, przykłady zastosowań.
Grupa zajęć modułowych definiujących specjalność „Nowoczesne technologie i materiały w LiK” – obowiązkowa	11	K2A_W01 K2A_W02 K2A_W05 K2A_W06 K2A_U01 K2A_U03 K2A_U05 K2A_U08 K2A_K01	Metodyka projektowania materiałowego, fazy i zasady doboru materiałów. Narzędzia stosowane do projektowania materiałów lotniczych. Projektowanie materiałowe wyrobów do zastosowań lotniczych i kosmicznych, analiza pola naprężeń, temperatury, środowiska pracy, rodzaju obciążenia i zniszczenia. Wybór technologii wytwarzania, kształtowania, łączenia i obróbki powierzchni, aspekty ekonomiczne. Metody badań materiałów stosowanych w lotnictwie do badań uszkożeń konstrukcji lotniczych: Badania materiałowe, badania czynników produkcyjnych (analiza technologii wytwarzania, ocena zgodności materiału i wykonania z warunkami technicznymi), badania czynników remontowych (analiza technologii remontu, ocena zgodności wykonania remontu z technologią). Materiały metalowe, kompozyty i materiały specjalne stosowane w lotnictwie. Charakterystyka podstawowych i zaawansowanych technologii wytwarzania materiałów lotniczych. Strukturalne i technologiczne uwarunkowania właściwości materiałów. Zużycie i niszczenie materiałów lotniczych w warunkach eksploatacji. Efektywność wytwarzania elementów lotniczych ze stopów metali lekkich.
Grupa zajęć modułowych definiujących specjalność „Inżynieria kosmiczna” – obowiązkowa	11	K2A_W01 K2A_W02 K2A_W04 K2A_W05 K2A_U01 K2A_U04 K2A_U06 K2A_U07 K2A_U08 K2A_K01 K2A_K03	Zajęcia mają na celu zapoznanie z tematem projektowania i tworzenia oprogramowania komputera pokładowego satelity. Omówiona zostanie metodyka implementacji niezawodnego oprogramowania, dostosowanego do warunków panujących na orbicie okołoziemskiej, a także używane do jego wytwarzania technologie. Udział w zajęciach pozwoli zdobyć wiedzę nt. architektury i zadań oprogramowania zarządzającego misją satelity. Przedmiot omawia dynamikę i sterowanie w zastosowaniach inżynierii kosmicznej. Wykład porusza parametryzację położenia, dynamikę ruchu obiektów kosmicznych, wymogi konstrukcyjne oraz syntezę układów sterowania. Dzięki laboratorium, wykorzystując pakiet matlab/simulink, student pozna poszczególne elementy systemu sterowania odpowiedzialne za dynamikę, akulatory oraz zmiany wartości zadanych. Przedmiot omawia analizę oraz projektowanie wielowymiarowych systemów sterowania a zastosowania aeronautycznych. Analiza prowadzona jest w przestrzeni stanu. Omawiane systemy sterowania zawierają sterowanie optymalne typu LQR oraz H-nieskończoność. Omówione jest również zagadnienie odporności systemów. Zagadnienia te poruszane są na ćwiczeniach oraz laboratorium wykorzystując matlab/simulink.
Grupa zajęć modułowych definiujących specjalność „Systemy logistyczne w transporcie lotniczym” – obowiązkowa	11	K2A_W01 K2A_W03 K2A_W04 K2A_W05 K2A_U01 K2A_U06 K2A_U08 K2A_U09 K2A_U10 K2A_K01 K2A_K02 K2A_K03	Środki transportu na lotniskach, kształtowanie układów transportu wewnętrznego na lotniskach, transport w terminalu, między terminalami, transport a systemy ochrony, koszty w transporcie, normy czasu w transporcie lotnikowym, organizacja i zarządzanie przepływem ładunków, terminal cargo, organizacja produkcji w przemyśle lotniczym, technologie transportu wewnętrznego w przemyśle lotniczym. Wprowadzenie w problematykę ruchu lotniczego, badania procesów oraz praktyczne zastosowanie wiedzy o ruchu lotniczym w planowaniu, projektowaniu, realizacji i eksploatacji systemów transportu lotniczego, sprawne przemieszczanie się osób i towarów (cargo), procesy stochastyczne w ruchu lotniczym, zasady organizacji ruchu lotniczego, elementy funkcjonowania portu lotniczego w inżynierii ruchu. Porty lotnicze w systemie transportowym, infrastruktura i obsługa logistyczna portów lotniczych, dostępność transportowa portów lotniczych, oferta przewozowa w obsłudze transportowej portów lotniczych, analiza i optymalizacja obsługi transportowej portów lotniczych, modelowanie powiązań portów lotniczych z systemem transportowym, bezpieczeństwo w obsłudze transportowej portów lotniczych.
Grupa zajęć modułowych definiujących specjalność „Bezzałogowe Statki Powietrzne” – obowiązkowa	11	K2A_W01 K2A_W02 K2A_W05 K2A_W06 K2A_U01 K2A_U04 K2A_U05 K2A_U08 K2A_U09 K2A_U10 K2A_K01 K2A_K02 K2A_K03	Klasyfikacja i budowa struktur nośnych BSP, metody projektowania i analizy struktur lekkich w tym m. in. struktur skorupowych, półkoronowych, ramowych i kratownicowych, przykłady konstrukcyjne rozwiązań struktur nośnych, obliczenia obciążeń, obliczenia struktur nośnych, przepisy dotyczące projektowania lotniczych struktur nośnych bezzałogowych statków powietrznych. Architektury komunikacyjne i protokoły stosowane w komunikacji pomiędzy BSP i naziemną stacją bazową. Układy sensoryczne oraz układy automatycznej regulacji stosowane w BSP. Autopilot – budowa, oprogramowanie i konfiguracja. Telemetria. Systemy antykolidacyjne stosowane w BSP. Numeryczne modele terenu. Algorytmy planowania ruchu. Operacje autonomiczne z wykorzystaniem numerycznych modeli terenu. Technologie komunikacji bezprzewodowych pokładowych i telemetrycznych, omówienie technologii komunikacji satelitarnej, omówienie technologii nawigacyjnych, obsługa odbiorników do nawigacji satelitarnej, tworzenie aplikacji wykorzystujących nawigację satelitarną, systemy nawigacji inercyjnej, metody nawigacji, technologie programowania aplikacji mobilnych, przetwarzanie danych geolokalizacyjnych.
Zajęcia z uczelnianej	2	K2A_W04 K2A_U08	Zapoznanie się z najnowszymi, interdyscyplinarnymi zagadnieniami z zakresu wybranej dyscypliny.

bazy – obowiązkowe		K2A_K01	
Project Base Learning – obowiązkowy	6	K2A_W01 K2A_W02 K2A_U01 K2A_U05 K2A_K01	Nauczanie poprzez realizację projektów, przekazywanie wiedzy oraz zdobywanie kompetencji i kwalifikacji studenta poprzez jego samodzielną pracę w pewnym z góry założonym przedziale czasu w celu rozwiązania jakiegoś problemu, czyli wykonania projektu. PBL uczy samodzielnego, kreatywnego i krytycznego myślenia, odwagi eksperymentowania ukierunkowanego na optymalne i praktyczne rozwiązanie problemu.
Praca dyplomowa i seminarium dyplomowe – obowiązkowe	22	K2A_W01 K2A_W02 K2A_W04 K2A_W06 K2A_U02 K2A_U03 K2A_U04 K2A_U07 K2A_K01	Zakłada się, że w trakcie zajęć słuchacz zapozna się z zasadami planowania, prowadzenia i opracowania wyników badań, a także uzyska przygotowanie do poprawnego pod względem merytorycznym, formalnym i redakcyjnym opracowania treści pracy dyplomowej magisterskiej oraz jej wizualnej prezentacji. Głównym celem zajęć jest przygotowanie dyplomantów do obrony pracy oraz egzaminu końcowego. Praca dyplomowa magisterska jest samodzielnym opracowaniem wykonanym przez studenta. Opracowanie to, jest aplikacją wiedzy uzyskanej przez studenta w ciągu całego okresu studiów do rozwiązywania różnych zadań z zakresu transportu. Tematy prac są dobierane indywidualnie dla każdego studenta.

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

Nazwa sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Opis sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się
Egzamin pisemny	Jako formy egzaminów pisemnych należy stosować eseje, raporty, krótkie ustrukturyzowane pytania lub testy jedno- i/lub wielokrotnego wyboru; wielokrotnej odpowiedzi, wyboru tak / nie i dopasowanie odpowiedzi w formie zadań do rozwiązania. Pytania otwarte na które student przygotowuje odpowiedź w formie pisemnej przy zachowaniu określonych rygorów czasowych.
Egzamin ustny	Egzamin ustny jest ukierunkowany na sprawdzenie wiedzy, na poziomie wyższym i nie ogranicza się wyłącznie do znajomości faktów, w szczególności służy sprawdzeniu poziomu zrozumienia, umiejętności przeprowadzania analiz, syntezy i rozwiązywania problemów.
Egzamin dyplomowy	Odpowiedzi na pytania otwarte w formie ustnej, mieszczące się w tematyce studiów.
Opracowanie pracy magisterskiej	Praca dyplomowa magisterska jest samodzielnym opracowaniem wykonanym przez studenta. Opracowanie to, jest aplikacją wiedzy uzyskanej przez studenta w ciągu całego okresu studiów do rozwiązywania różnych zadań z zakresu transportu. Tematy prac są dobierane indywidualnie dla każdego studenta.
Zaliczenie pisemne	Jako formę zaliczeń pisemnych stosuje się kartkówki i/lub kolokwia które mogą mieć charakter esejów, raportów, krótkich ustrukturyzowanych pytań lub testów jedno- i/lub wielokrotnego wyboru; wielokrotnej odpowiedzi, wyboru tak / nie i dopasowania odpowiedzi w formie zadań do rozwiązania.
Zaliczenie ustne	Zaliczenie ustne jest ukierunkowane na sprawdzenie wiedzy, na poziomie wyższym i nie ogranicza się wyłącznie do znajomości faktów, w szczególności służy sprawdzeniu poziomu zrozumienia, umiejętności przeprowadzania analiz, syntezy i rozwiązywania problemów.
Prezentacje multimedialne/referat	Prezentacje multimedialne/referaty mogą być indywidualne bądź zespołowe. Są ukierunkowane na przekazanie wiedzy; na określony temat.
Aktywność na zajęciach	W ramach aktywności na zajęciach ocenia się przygotowanie studenta do zajęć; prowadzenie dyskusji; odpowiadanie na pytania prowadzącego; zadawanie pytań; wyrażanie własnych poglądów itp.
Udział w dyskusji	W trakcie dyskusji oceniane są: zaangażowanie w dyskusji; umiejętność podsumowania, umiejętność wartościowania. Dyskusje mogą mieć różnorodny charakter; dialog, wywiad, dyskusja obserwowana (panel), okrągły stół, dyskusja typu seminaryjnego.
Opracowanie projektów	Przygotowanie i wykonanie projektów wymaga pozyskania materiałów naukowych ze źródeł analogowych i cyfrowych, ich opracowania, krytycznej analizy oraz prezentacji i dyskusji.
Raport z badań	Raport z badań może dotyczyć prezentacji założeń pracy dyplomowej, badań dotyczących analizy dokumentów źródłowych, artykułów, książek, aktów prawnych i innych opracowań specjalistycznych, opracowania ilościowych i jakościowych danych zastanych i wywołanych.
Sprawozdanie z laboratorium	Sprawozdania mogą mieć formę papierową bądź elektroniczną; może mieć formę artykułu lub raportu, w którym należy podać przebieg oraz cel wykonanych pomiarów, badań i obserwacji bądź też rozwiązania badań problemowych z wykorzystaniem specjalistycznego sprzętu / oprogramowania.
Realizacja prac domowych	Prace domowe przypadków, kazuś, mogą mieć różnorodną formę: esejów, raportów, opisu studiów, zadań problemowych, prezentacji multimedialnych, analizy opracowań naukowych, prac koncepcyjnych.
Obserwacja	Bezpośrednia obserwacja studenta w czasie wykonywania przez niego działań właściwych dla określonego obszaru zawodowego. Ocena pełnienia nałożonej studentowi funkcji w zespole.