

Program studiów

Lotnictwo i kosmonautyka

drugiego stopnia

Cykl kształcenia: 2019/2020

Profil studiów: ogólnoakademicki



1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	Lotnictwo i kosmonautyka
Poziom studiów	drugiego stopnia
Profil studiów	ogólnoakademicki
Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów	inżynieria mechaniczna
Liczba semestrów	3
Specjalności realizowane na kierunku	Awionika Pilotaż Płatowce Silniki lotnicze
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	90
Łączna liczba godzin zajęć	Awionika : 1080 Pilotaż : 1110 Płatowce : 1080 Silniki lotnicze: 1095
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	magister inżynier

2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	ma rozszerzoną i pogłębianą wiedzę w zakresie wybranych działów matematyki wykorzystywaną do opisu zagadnień technicznych z uwzględnieniem problemów występujących w lotnictwie	P7S_WG
K_W02	posiada rozszerzoną i pogłębianą wiedzę w zakresie fizyki współczesnej niezbędnej do zrozumienia i opisu zjawisk fizycznych występujących w zagadnieniach technicznych, a szczególnie lotniczych	P7S_WG
K_W03	ma podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu teorii przetwarzania sygnałów i identyfikacji, metod optymalizacji i ich zastosowania w zagadnieniach lotniczych	P7S_WG
K_W04	posiada szczegółową wiedzę dotyczącą metod numerycznych i technik komputerowych stosowanych w zagadnieniach lotniczych	P7S_WG
K_W05	ma szczegółową wiedzę obejmującą wybrane zagadnienia z dyscyplin naukowych, które znajdują zastosowanie w lotnictwie	P7S_WG
K_W06	posiada podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu lotnictwa	P7S_WG
K_W07	ma wiedzę dotyczącą zarządzania eksploatacją obiektów latających oraz wiedzę o cyklu życia urządzeń i systemów	P7S_WG
K_W08	orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych w obszarze lotnictwa i dyscyplin naukowych powiązanych z lotnictwem	P7S_WG
K_W09	ma wiedzę niezbędną do rozumienia i postrzegania pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce	P7S_WK
K_W10	zna i rozumie pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej, prawa autorskiego, zarządzania zasobami własności intelektualnej oraz prawa patentowego	P7S_WK
K_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (także w języku obcym), integrować je, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny oraz wyciągać wnioski, formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie	P7S_UW
K_U02	potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik, stosując profesjonalny język właściwy dla danego zagadnienia i środowiska zawodowego (w tym również w języku obcym), a także w innych środowiskach	P7S_UK
K_U03	potrafi przygotować nieskomplikowane opracowanie naukowe oraz krótkie doniesienie naukowe w języku obcym dotyczące przeprowadzonych badań oraz przygotować a także przedstawić krótką prezentację (także w języku obcym) dotyczącą zadania, wyników i wniosków	P7S_UW
K_U04	ma umiejętność realizacji i potrafi określić kierunki samokształcenia w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	P7S_UU
K_U05	posiada umiejętność posługiwania się językiem angielskim w stopniu umożliwiającym sprawne porozumiewanie się, a także czytanie ze zrozumieniem katalogów, instrukcji obsługi urządzeń, opisów narzędzi informatycznych oraz podobnych dokumentów	P7S_UK
K_U06	potrafi dobierać a także posługiwać się technikami oraz narzędziami informatycznymi do realizacji zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych	P7S_UW
K_U07	potrafi formułować hipotezy , planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe na potrzeby prostych problemów badawczych a także zadań inżynierskich oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	P7S_KR
K_U08	potrafi rozwiązywać zadania inżynierskie i proste problemy badawcze wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne	P7S_UW
K_U09	potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich obejmujących projektowanie elementów i urządzeń stosowanych w lotnictwie, integrować wiedzę z zakresu wielu dyscyplin naukowych oraz stosować podejście systemowe i uwzględniać aspekty pozatechniczne	P7S_UW
K_U10	potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania w lotnictwie nowych osiągnięć w zakresie teorii, metod, technologii i materiałów	P7S_KR
K_U11	potrafi dokonać krytycznej analizy i oceny właściwości urządzeń, instalacji lub systemów stosowanych w lotnictwie i zaproponować proste zmiany w celu ich ulepszenia	P7S_UW
K_U12	potrafi opracować specyfikację złożonego zadania inżynierskiego występującego w lotnictwie, w tym także zadań nietypowych, uwzględniając także aspekty pozatechniczne	P7S_UO
K_U13	potrafi ocenić przydatność metod (w tym nowych) i narzędzi służących do rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich typowych, nietypowych, oraz z elementami badawczymi, dobierać i stosować odpowiednie metody i narzędzia	P7S_UW
K_U14	potrafi opracować projekt złożonego urządzenia, instalacji lub systemu stosowanego w lotnictwie, zgodnie z zadaną specyfikacją, przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi (w tym przez siebie opracowanych), a także w co najmniej części go zrealizować	P7S_UW
K_K01	ma świadomość konieczności zachowania w sposób profesjonalny i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera lotnictwa, w tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	P7S_KO
K_K02	ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną, potrafi pracować w zespole i ustalić priorytety służące realizacji zadania, ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	P7S_KO
K_K03	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	P7S_KO
K_K04	rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały z uwzględnieniem różnych punktów widzenia	P7S_KR

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

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

3.1. Awionika

3.1.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	44 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	24 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	58 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	15 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1474&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.1.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	DJ	Angielska terminologia lotnicza 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	FC	Fizyka współczesna	30	0	15	0	45	3	N	
1	ML	Metody numeryczne w budowie i eksploatacji konstrukcji lotniczych	30	0	0	45	75	5	N	
1	MI	Mikrokontrolery	30	0	15	30	75	5	T	
1	MI	Systemy ekspertowe w lotnictwie	30	0	30	0	60	4	N	
1	MI	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	15	0	30	0	45	3	N	
1	FM	Wybrane działy matematyki 1	30	30	0	0	60	4	T	
1	MI	Wytrzymałość i trwałość urządzeń awioniki	15	15	30	0	60	4	T	
Sumy za semestr: 1			180	75	120	75	450	30	3	1
2	MI	Angielska terminologia lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	MI	Elektronika przemysłowa	30	0	30	0	60	4	N	
2	ML	Historia techniki kosmicznej	30	0	0	0	30	3	N	
2	MI	Inteligentne układy pomiarowe	30	0	30	30	90	6	T	
2	ML	Optymalizacja konstrukcji lotniczych	15	30	0	0	45	4	T	
2	MI	Technika kosmiczna	30	0	0	0	30	2	N	
2	MI	Technologia urządzeń awioniki	30	0	15	0	45	3	T	
2	FM	Wybrane działy matematyki 2	15	15	0	0	30	2	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne	0	15	0	0	15	0	N	
2	MI	Zintegrowane systemy pokładowe	30	15	0	30	75	4	N	
Sumy za semestr: 2			210	105	75	60	450	30	3	1
3	MI	Angielska terminologia lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
3	MI	Badania w locie	0	0	30	0	30	1	N	
3	MI	Czynnik ludzki	0	30	0	0	30	1	N	
3	MI	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	ZH	Przedmiot humanistyczny: socjologia, etyka	30	0	0	0	30	2	N	
3	MI	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	
3	ML	Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	30	0	0	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 3			60	60	30	30	180	30	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			450	240	225	165	1080	90	6	2

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

3.1.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	2
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	4 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	103 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	19
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	9 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	3 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	15 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	9
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	15 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	75 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	39 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1474&C=2019>

3.1.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1474&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Angielska terminologia lotnicza 1	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> Funkcje i zastosowanie urządzeń GPS. Słuchanie ze zrozumieniem: zastosowanie systemu GPS. Przydatne wyrażenia – ćwiczenia lekcyjne. Zastosowanie nowoczesnych technologii - praca z tekstem. Czytanie i słuchanie – kosmiczne windy. Ćwiczenia lekcyjne, produkcja - wyrażenie opinii na dany temat. Podkreślenie zalet technicznych urządzeń - czytanie i mówienie: Otis – technologie zastosowane w nowoczesnych windach. Ćwiczenia lekcyjne. Rozumienie tekstu ze słuchu. Upraszczenie i ilustrowanie skomplikowanych wyjaśnień technicznych. Analiza dłuższych opisów technicznych. Praca z tekstem. Rozumienie tekstu ze słuchu. Materiały i ich właściwości - praca z tekstem. Długość życia produktu - rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia lekcyjne. Czytanie i słuchanie ze zrozumieniem: odzyskiwanie energii podczas hamowania. Właściwości materiałów. Słuchanie i czytanie ze zrozumieniem: włókno kevlar. Jakość produktu – zwroty i wyrażenia. Części składowe i ich montaż. Rozumienie ze słuchu - cele nowego projektu technicznego. Techniki produkcyjne. Pisanie - opis technik produkcyjnych i ich wady i zalety. Czytanie i rozumienie ze słuchu: ciężce strumieniowe. Ćwiczenia lekcyjne. Rodzaje łączni i mocowań – ćwiczenia lekcyjne. Opis problemów technicznych: problemy techniczne. Praca z tekstem, analiza tekstu, mówienie, czytanie, słuchanie. Ćwiczenia lekcyjne. Warunki atmosferyczne w aspekcie lotniczym. Czytanie i słownictwo. Zasady pilotowania samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie. Podstawowa budowa statku powietrznego. Czytanie, słownictwo. Awaria - opis uszkodzeń i sposoby naprawy. Studium przypadku – wyciek paliwa w samolocie Airbus A 330. 	
Angielska terminologia lotnicza 2	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> Budowa kadłuba. Czytanie, słownictwo, mówienie. Konstrukcja skrzydeł. Czytanie, słownictwo, mówienie. Powierzchnie sterowe. Czytanie, 	

sluchanie, słownictwo. • Podwozie samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Wprowadzenie do napędów lotniczych. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Silnik tłokowy - komponenty i zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Usprawnienia i poprawki. Przedstawianie problemów. Sugestie dotyczące usprawnień technicznych. Rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia lekcyjne. Dyskusja. • Omówienie napraw i konserwacji. Ćwiczenia lekcyjne. Analiza tekstu słuchanego i czytanego. • Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Silnik turbosmigłowy. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Odczyt danych z urządzeń. Praca z tekstem, czytanie, mówienie i słuchanie. Ćwiczenia lekcyjne. • Wprowadzenie do napędu odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Rodzaje napędu odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie.	
Angielska terminologia lotnicza 3	K_U05
• Cykl pracy silnika odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Sprężarka odrzutowa. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Sprężarka osiowa. Czytanie, słuchanie, słownictwo. • Turbiny. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Wprowadzenie do komór spalania. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Rodzaje komór spalania cz. I. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Rodzaje komór spalania cz. II. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Typy układów wydechowych. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Podstawowa budowa helikopterów. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Helikoptery - zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Przyczyny uszkodzeń i wad technicznych. • Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia lekcyjne.	
Badania w locie	K_W06, K_U07
• Zasady przygotowania i prowadzenia badań w locie • Przygotowanie dokumentów formalnych i merytorycznych do prowadzenia badań w locie • Wybór i przygotowanie aparatury pomiarowej • Określenie danych niezbędnych do właściwej interpretacji wyników • Przeprowadzenie badań w locie • Analiza i interpretacja wyników	
Fizyka współczesna	K_W02, K_U01, K_U04, K_U07, K_K01
• Równania Maxwella, fale elektromagnetyczne, równanie fal elektromagnetycznych, kwantowa natura światła, hipoteza Plancka. Zjawisko Comptona. Korpuskularno-falowa struktura materii, hipoteza de Broglie'a, doświadczenie Davissona-Germera, zasada nieoznaczoności Heisenberga. • Funkcja falowa, interpretacja funkcji falowej, równanie Schroedingera, kwantowanie wielkości fizycznych, atomy wieloelektronowe, zasada Pauliego, promienie X, lasery. Kwantowa transmisja informacji (kubity, kudyty). Idea komputera kwantowego. • Materia skondensowana; rodzaje kryształów, poziomy i pasma energetyczne, metale i półprzewodniki. Nowe materiały we współczesnej technice lotniczej. • Budowa jądra atomowego, oddziaływania jądrowe, rozpady jądrowe, reakcje jądrowe, defekt masy, równowaga masy i energii. Energetyka jądrowa. • Rozwój nowoczesnych metod badawczych, przyrządów pomiarowych i ich wpływ na rozwój fizyki współczesnej i techniki, nanotechnologia.	
Historia techniki kosmicznej	
• Zarys historii podboju kosmosu • Okolozemskie bazy satelitarne • Odzyskiwalne systemy kosmiczne • Powiązania między wynalazkami • Wojskowe użycie przestrzeni kosmicznej • Środki przeycia w przestrzeni kosmicznej • Podróże międzyplanetarne	
Inteligentne układy pomiarowe	K_W05, K_U07, K_U10
• Programowanie systemu pomiarowego, podstawy programowania z wykorzystaniem wybranych narzędzi projektowych • Przetwarzanie sygnału cyfrowego, właściwości sygnału próbkowanego. Filtracja sygnału - sygnały dyskretne i filtracja sygnału w dziedzinie częstotliwości • Realizacja programowa algorytmów przetwarzania sygnałów pomiarowych. Metody programowania systemów pomiarowych. • Karty pomiarowe, interfejsy komunikacyjne w systemach pomiarowych. Oprogramowanie interfejsów narzędzi pomiarowych. • Wykorzystanie wielu źródeł sygnału - filtracja optymalna, redundancja • Inteligentna aparatura pomiarowa, właściwości funkcjonalne i metrologiczne • Metody sztucznej inteligencji w układach pomiarowych	
Metody numeryczne w budowie i eksploatacji konstrukcji lotniczych	K_W01, K_W04, K_W05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U13, K_K02
• Wprowadzenie do problematyki obliczeń numerycznych • Wprowadzenie do modelowania w środowisku Matlab • Rozwiązywanie równań liniowych w odniesieniu do problemów projektowania • Metody rozwiązywania układów równań liniowych • Problemy aproksymacji i interpolacji w zastosowaniu do zagadnień technicznych (projektowanie i badania) • Całkowanie numeryczne oraz jego techniczne wykorzystanie • Różniczkowanie numeryczne z aspektami wykorzystania w zagadnieniach technicznych • Wykorzystanie środowiska Matlab Simulink do rozwiązywania problemów modelowania i symulacji procesów technicznych • Zapoznanie ze środowiskiem Matlab oraz jego możliwościami • Opracowanie programu rozwiązywania równania liniowego jednej zmiennej w środowisku Matlab • Opracowanie programu rozwiązania układu równań o określonych cechach (macierz pełna, macierz rzadka, macierz diagonalna) • Rozwiązywanie problemów aproksymacji i interpolacji wyników badań • Opracowanie programów całkowania numerycznego wybraną metodą • Procedury różniczkowania numerycznego i ich wykorzystanie do rozwiązywania zadań z eksploatacji • Tworzenie prostych schematów symulacyjnych urządzeń technicznych i wykonywanie symulacji	
Systemy ekspertowe w lotnictwie	K_W04, K_W05, K_U05, K_U06, K_U08, K_U10, K_K02
• Sztuczna inteligencja. Systemy ekspertowe (SE). Zalety, wady, zastosowania systemów ekspertowych ze szczególnym uwzględnieniem lotnictwa. Struktura SE, proces tworzenia, narzędzia do tworzenia, własności, kategorie systemów ekspertowych. • Metody reprezentacji wiedzy w systemach ekspertowych • Maszyna wnioskująca SE – wnioskowanie w przód, wstecz, mieszane. Maszyna wnioskująca indukcyjna – generowanie reguł za pomocą drzew decyzyjnych - algorytm ID3. • Teoria zbiorów rozmytych, system wnioskowania rozmytego. • Teoria zbiorów przybliżonych i jej zastosowanie w budowie systemów ekspertowych. • Systemy ekspertowe z niesymboliczną reprezentacją wiedzy – sztuczne sieci neuronowe. • Algorytmy genetyczne i ich zastosowanie w SE, systemy hybrydowe. • Podsumowanie wykładu. • Reguło-modelowe systemy ekspertowe - omówienie zagadnień teoretycznych, studiowanie dokumentacji oprogramowania RMSE, praktyczna realizacja zaproponowanego systemu, omówienie sprawozdania. • System wnioskowania rozmytego: omówienie zastosowań w lotnictwie, studiowanie opisu pakietu programowego, praktyczna realizacja zaproponowanego systemu, omówienie sprawozdania • Sprawdzian I • Wnioskowanie z wykorzystaniem teorii zbiorów przybliżonych - omówienie zastosowań praktycznych, studiowanie dokumentacji oprogramowania Rose, praktyczne stosowanie oprogramowania do analizy tablic decyzyjnych i generowania reguł decyzyjnych, omówienie sprawozdania • Sztuczne sieci neuronowe - omówienie zastosowań praktycznych z uwzględnieniem lotnictwa, studiowanie dokumentacji pakietu programowego do SSN, praktyczna realizacja komputerowa SSN o różnej architekturze, omówienie sprawozdania • Sprawdzian II. Omówienie sprawozdań • Algorytmy genetyczne - prezentacja zastosowań w lotnictwie, dyskusja podsumowująca zajęcia laboratoryjne, poprawy	
Technika kosmiczna	K_W01, K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_U10
• Podstawowe zagadnienia z zakresu astronautyki i astronomii; misje near-space, loty suborbitalne, orbitalne, międzyplanetarne i międzygwiazdne. • Układ słoneczny, budowa, stan eksploatacji • Misje near-space, budowa systemów wznoszących, zasobników i systemów hamujących. Omówienie przykładowej misji. • Loty suborbitalne; samoloty kosmiczne, budowa, teoria lotu, przykłady • Loty suborbitalne; samoloty kosmiczne w układzie kadłubopłata, budowa, teoria lotu, przykłady • Loty orbitalne: układy wznoszenia satelitów, parametry orbit, korekcia orbit, powrót z orbity i lot atmosferyczny. • Loty orbitalne; promy kosmiczne. Space-shuttle i Buran, budowa, fazy lotu, przykładowe misje. • Loty orbitalne; międzynarodowa stacja kosmiczna Alfa, historia, budowa, moduły, systemy, możliwości rozwoju. • Loty na Księżyc. Programy podboju Księżyca. Misje bezzałogowe i misje Apollo. Budowa rakiet nośnych, modułów załogowych, ładownika księżycowego. Fazy lotu, omówienie przykładowych misji. • Loty międzyplanetarne; programy badań planet Wenus i Mars, loty do planet zewnętrznych i na peryferia układu słonecznego, asysta grawitacyjna. Budowa statków kosmicznych wykorzystywanych do lotów międzyplanetarnych, przykładowe misje. • Omówienie aktualnie realizowanych programów kosmicznych i perspektyw na najbliższe lata. Najważniejsze osiągnięcia i bariery w rozwoju techniki kosmicznej. • Modelarstwo kosmiczne i raketnictwo. Polskie programy raketowe i kosmiczne.	
Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	K_W03, K_U07, K_K02
• Sygnały. Podstawowe pojęcia. Sygnały deterministyczne i losowe. Kodowanie przebiegów czasowych. Cyfrowy zapis sygnałów analogowych. Przetworniki analogowo cyfrowe, cyfrowo analogowe. Przekształcanie i analiza częstotliwościowa sygnałów. Transformata Fouriera. Filtracja. Cel stosowania filtracji. Filtry analogowe. Filtry cyfrowe. Projektowanie i optymalizacja filtru. Modelowanie. Matematyczny sposób opisu obiektów rzeczywistych. Modele parametrów statycznych i nieparametryczne. Klasy modeli procesów. Identyfikacja. Podstawowe pojęcia. Metody identyfikacji. Identyfikacja Charakterystyk statycznych i dynamicznych, problem deterministyczny i probabilistyczny. Eksperyment. Eksperyment czynny i bierny. Planowanie eksperymentu. Estymacja. Teoria Estymacji. Estymatory. Estymacja parametrów metodą najmniejszych kwadratów. Błędy w procesie przetwarzania sygnałów i ich ocena. • Projektowanie i analiza filtrów analogowych. Filtr Butterworth'a. Projektowanie i analiza filtrów cyfrowych. Filtry o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej. Transformacja sygnałów w dziedzinie częstotliwości. Transformata Fouriera • Modelowanie obiektów i procesów. Matematyczny model liniowy i nieliniowy ruchu samolotu. Eksperyment. Zbieranie danych pomiarowych plan eksperymentu, na przykładzie nieliniowego modelu ruchu samolotu. Identyfikacja charakterystyk. Identyfikacja charakterystyki samolotu. Estymacja parametrów. Estymacja parametrów matematycznego modelu ruchu samolotu	
Wybrane działy matematyki 1	K_W01, K_U08
• 1. Układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. Układy kramerowskie. Wzory Cramera. Metoda eliminacji Gaussa. 2. Równania różniczkowe zwyczajne. Definicja, przykłady, szczególne przypadki. Zastosowanie. Całki szczególne. Całki uogólnione. Przejąd wybranych równań rzędu pierwszego, o zmiennych rozdzielonych, równania liniowe (metoda przewidywań i metoda uziemiennia stałej), równania Bernoulliego, równania zupełne. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Metody sprowadzania niektórych typów równań rzędu II-go do równań rzędu I-go, równania liniowe wyższych rzędów, równania różniczkowe liniowe o stałych współczynnikach, równania Euler'a. Układy równań liniowych. 3. Szeregi liczbowe, potęgowe i trygonometryczne. Przypomnienie i uzupełnienie wiadomości dotyczących szeregów liczbowych (definicja, zbieżność, warunek konieczny zbieżności, kryteria zbieżności, szeregi przemienne). Definicja szeregu potęgowego, promień i przedział zbieżności, własności szeregów potęgowych, szereg Taylora i Maclaurina. Pojęcie szeregu Fouriera. Warunki i twierdzenie Dirichleta. Rozwinięcie funkcji w szereg Fouriera. 4. Rachunek różniczkowy i całkowy funkcji wielu zmiennych. Granica, ciągłość, różniczka, pochodne cząstkowe I-szego i wyższych rzędów. Ekstrema lokalne, globalne i warunkowe funkcji wielu zmiennych. Funkcje uwiklane: pochodne, ekstrema lokalne. Całki wielokrotne i ich zastosowanie. 5. Funkcje zespolone. Krzywe i obszary na płaszczyźnie zespolonej. Ciągi i szeregi o wyrazach zespolonych. Funkcje zespolone zmiennej rzeczywistej. Funkcje elementarne zmiennej zespolonej. Pochodna i całka funkcji zmiennej zespolonej. Punkty osobliwe, szereg Laurenta, residuum. 6. Przekształcenia całkowe. Transformata Laplace'a. Właściwości transformaty Laplace'a, transformata spłotu funkcji. Wyznaczanie transformaty prostej i odwrotnej (metoda rozkładu na ułamki proste, metoda spłotów). Zastosowanie do rozwiązywania równań różniczkowych i układów równań różniczkowych. Przekształcenie Fouriera.	
Wybrane działy matematyki 2	K_W01, K_U08
• 1. Równania różniczkowe cząstkowe. Definicja, klasyfikacja, metody rozwiązywania wybranych równań: rozwiązania ogólne i szczególne. 2. Rachunek prawdopodobieństwa. Zmienne losowe jednowymiarowe i ich parametry. Funkcje zmiennych losowych. Zmienne losowe wielowymiarowe, niezależność zmiennych losowych i ich parametry. Elementy teorii korelacji: regresja typu pierwszego, regresja typu drugiego. 3. Statystyka. Statystyka opisowa, szereg rozdzielczy. Badania statystyczne, estymacja punktowa i przedziałowa. Weryfikacja hipotez. Testy zgodności, testy do weryfikacji hipotez dotyczących wartości średniej i odchylenia standardowego. 4. Podstawowe wiadomości o procesach stochastycznych. Definicja, procesy stacjonarne, procesy o przyrostach niezależnych. Przykłady: proces Wienera, proces Poissona.	
Wychowanie fizyczne	K_K01, K_K02
• Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m) i pomiar składu ciała (Tanita).	
Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U04
• Wprowadzenie do zarządzania eksploatacją obiektów latających (rys historyczny, analiza problemów, wczesny okres eksploatacji w lotnictwie, zarządzanie techniczne itp.). • Samolot jako obiekt eksploatacji. • Koszty cyklu życia samolotu samolotu. • Podstawy zarządzania eksploatacją obiektów latających (Cel, Rozwój programów eksploatacji, nowoczesne modele eksploatacji np. Maintenance Steering Group (MSG) approach). • Definicje i cele • Wymagania certyfikacyjne przedsiębiorstwa lotniczego • Dokumentacja eksploatacyjna (np. Airplane maintenance manual, illustrated part catalog etc.). • Wymagania procesu eksploatacji. • Organizacja zarządzająca eksploatacją • Obsługa techniczna • Szkolenia • Zarządzanie eksploatacją samolotu (w locie i na ziemi) • Kontrola jakości • Niezawodność • Bezpieczeństwo	
Zintegrowane systemy pokładowe	K_W01, K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_U09, K_U14
• Wprowadzenie do zintegrowanych systemów pokładowych. Systemy ADC, AHRS, ADAHRS, ADM, ADIRU, ADIRS, SAARU • Systemy nawigacji bezładnościowej (INS – Inertial Navigation System): zasady budowy kardanowych i bezkardanowych systemów nawigacji, pomiar przyspieszeń	

liniowych, prędkości kątowych i kątów orientacji; żyroskopy optyczne. Platformy stabilizowane i wirtualne (analityczne). Wahadło Shulera, algorytmy obliczeniowe. Procedury ustawiania początkowego: pozycja, poziomowanie i ustawianie azymutalne. Systemy korekcji, błędy pomiaru. Użytkowanie systemu nawigacji, monitorowanie pracy systemu. Nawigacja TRN. Zintegrowane systemy INS/GNSS/TRN. • Systemy nawigacji GNSS. Integralność danych nawigacyjnych. Zintegrowane systemy INS/GNSS • Systemy radiolokacyjne. Radary PSR i SRR. Transponder, mody A, C i S. Możliwości integracji systemów z wykorzystaniem modu S. • System automatycznego zależnego dozoru ADS-B (ADS-B – Automatic Dependent Surveillance – Broadcast); zasada działania, właściwości, interpretacja wskazań. Łącza danych i integracja z systemami pokładowymi. • Systemy ostrzegania o niebezpiecznym zbliżeniu się samolotów w powietrzu (TCAS – Traffic Alert and Collision Avoidance System, ACAS – Airborne Collision Avoidance System); funkcje, schemat działania, rodzaje ostrzeżeń, monitorowanie pracy systemu. Uproszczone wersje systemu (TCAD – Traffic Collision Avoidance Device), interpretacja wskazań. Historia, stan aktualny, zasada działania, możliwość integracji z innymi systemami. Systemy PCAS, T2CAS. • Systemy ostrzegania o niebezpiecznym zbliżeniu się do ziemi (GPWS – Ground Proximity Warning System, TAWS – Terrain Awareness Warning System); funkcje, schemat działania, rodzaje ostrzeżeń, monitorowanie pracy systemu. Radiowysokościomierz, numeryczne modele terenu, integracja danych nawigacyjnych. Układy klasy TAWS. Omówienie systemów GPWS, EGPWS. • Systemy syntetycznej wizji. Zastosowania w lotnictwie. Układy wskazań PFD, MFD. System RAAS. • Systemy wzmacnionej wizji EVS. Integracja EVS i SVS. Układy ESVS. Zastosowania, zasada działania, perspektywy rozwoju. • Systemy ostrzegające o przekroczeniach parametrów lotu. Układy pomiarowe kąta natarcia i kąta ślizgu. Technika Flight Envelope Protection. Integracja pokładowych systemów ostrzegania (FWS – Flight Warning System), monitorowanie i rejestracja przekroczeń i sygnałów niesprawności, czynności obsługi. Obliczanie ciągu: funkcja, elementy składowe, dane wejściowe, sygnały wyjściowe, monitorowanie działania systemu. • System kierowania lotem (FMS – Flight Management System); schemat, funkcje, dane wejściowe i wyjściowe, współdziałanie z układem automatycznego sterowania. Systemy zabezpieczenia przed przekroczeniem ograniczeń eksploatacyjnych samolotu: funkcje, realizacja techniczna, dane wejściowe i wyjściowe, monitorowanie działania. Wyposażenie ostrzegawcze: ogólne zasady sygnalizacji zagrożeń, klasyfikacja i systemy powiadamiania. Układy ostrzegające o przekroczeniach: wysokości lotu, prędkości maksymalnej, prędkości przeciągnięcia (krytycznego kąta natarcia) – dane wejściowe i wyjściowe, monitorowanie działania. Układ sygnalizacji uszku wiatru: zasada działania bezpośrednich i pośrednich systemów ostrzegania, rodzaje sygnalizacji i ich interpretacja. • Pasywne detektory burzowe. Pokładowe radary meteorologiczne, integracja z systemami pokładowymi. • Układy pośredniego sterowania samolotem. Idea, struktura, przykładowe rozwiązania. Problem oscylacji indukowanych przez pilota. Systemy pośredniego sterowania: prawa sterowania, właściwości pilotazowe, realizacja techniczna, systemy nadzoru, diagnostyki i rekonfiguracji, niezawodność systemu. Tendencje rozwojowe w budowie złożonych (zintegrowanych) systemów pokładowych, automatyzacja pomiarów i przetwarzania danych, zastosowanie sztucznej inteligencji. • Automatyczne sterowanie ciągiem: funkcja i zastosowanie, schemat blokowy, elementy składowe, rodzaje pracy, wybór automatycznego rodzaju pracy, sygnał oddziaływujący na dźwignię sterującą ciągiem, układy FADEC. Użytkowanie i programowanie w różnych fazach lotu, monitorowanie działania systemu, ograniczenie użytkowania. • Systemy bezzałogowe i ich wyposażenie. • 1. Kalibracja zintegrowanych sensorów (na przykładzie zintegrowanego pomiaru ciśnienia i temperatury). 2. Algebra kwaternionów, modelowanie układów AHRS. 3. Właściwości układów GNSS, analiza i modelowanie błędów. 4. Zaawansowane techniki pomiarowe, analiza danych z prób w locie (IRT) 5. Modelowanie układu FBW, kształtowanie właściwości pilotazowych. 6. Systemy bezzałogowe. Szacowanie zasięgu, widzialności, bilans łąca radiowego. • Projekt wybranego podsystemu pokładowego z uwzględnieniem procesu integracji systemów oraz symulacji i testów "hardware in the loop". Studenci realizują projekty podsystemów, które w późniejszej fazie zajęć są integrowane do jednego, zintegrowanego systemu pokładowego (środowisko Matlab/Simulink/Space). Podsystemy są testowane w warunkach zbliżonych do rzeczywistych (użycie symulatora lotu). Po wykonaniu badań i testów realizowana jest dokumentacja końcowa projektu (w formie raportu).

3.2. Pilotaż

3.2.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	45 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	9 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	9 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	68 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	4 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	15 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany/pf?Ing=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1475&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.2.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	MB	Aerodynamika	15	0	15	0	30	2	N	
1	MI	Czynnik ludzki w lotnictwie	15	15	0	0	30	2	N	
1	MI	Fizjologia i psychologia lotnicza	15	15	0	0	30	2	N	
1	MI	Meteorologia	15	15	0	0	30	2	N	
1	MI	Nawigacja	15	30	0	0	45	3	T	
1	MI	Nawigacja PBN	15	15	0	0	30	1	N	
1	MI	Osiągi i planowanie lotu	15	30	0	0	45	2	T	
1	MI	Prawo i przepisy lotnicze	30	0	0	0	30	2	N	
1	MI	Procedury operacyjne	15	0	0	0	15	1	N	
1	MI	Samoloty klasy MEP(L)	0	15	0	0	15	1	N	
1	MI	Systemy radionawigacyjne	15	0	0	0	15	2	N	
1	MZ	Szkolenie praktyczne 1	0	0	0	0	0	0	N	
1	WF	Trening kondycyjny	0	30	0	0	30	0	N	
1	MI	Współpraca w załozce wieloosobowej	15	30	0	0	45	3	N	
1	FM	Wybrane działy matematyki 1	30	30	0	0	60	4	T	
1	MI	Zintegrowane systemy pokładowe	30	15	15	0	60	3	N	
Sumy za semestr: 1			240	240	30	0	510	30	3	0
2	MI	Angielska terminologia lotnicza ICAO 1	0	30	0	0	30	2	N	
2	MI	Bezpieczeństwo lotnicze	15	30	0	0	45	3	T	
2	FC	Fizyka współczesna	30	0	15	0	45	3	N	
2	ML	Historia techniki kosmicznej	30	0	0	0	30	3	N	
2	ML	Mechanika lotu	30	15	0	0	45	4	N	
2	ML	Metody numeryczne w budowie i eksploatacji konstrukcji lotniczych	30	0	0	15	45	3	N	
2	ML	Optymalizacja konstrukcji lotniczych	15	30	0	0	45	4	T	
2	MZ	Przygotowanie do lotów	15	30	0	0	45	2	N	
2	MZ	Szkolenie praktyczne 2	0	0	0	0	0	0	N	
2	MI	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	15	0	30	0	45	3	N	
2	FM	Wybrane działy matematyki 2	15	15	0	0	30	2	N	
2	MI	Wybrane zagadnienia szkolenia lotniczego	15	15	0	0	30	1	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne	0	15	0	0	15	0	N	
Sumy za semestr: 2			210	180	45	15	450	30	2	1
3	MI	Angielska terminologia lotnicza ICAO 2	0	30	0	0	30	2	T	
3	MI	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	ZH	Przedmiot humanistyczny: socjologia, etyka	30	0	0	0	30	2	N	
3	MI	Rejestracja i analiza parametrów lotu	0	15	15	0	30	2	N	
3	MI	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	
3	ML	Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	30	0	0	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 3			60	45	15	30	150	30	1	0

SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:	510	465	90	45	1110	90	6	1
------------------------------------	------------	------------	-----------	-----------	-------------	-----------	----------	----------

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

3.2.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	2
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	4 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	92 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	29
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	9 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	3 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	32 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	5
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	0 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	29 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	45 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1475&C=2019>

3.2.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczeni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1475&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Aerodynamika	K_W04, K_W06, K_U07, K_U08, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Płaskie przepływy potencjalne: Dekompozycja zagadnienia opływu profilu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Pojęcie potencjału prędkości, ruch bezwirowy. Elementarne osobliwości hydrodynamiczne: źródło, wir, dipol. Metoda panelowa z liniowym wirów. Laminarna i turbulenta warstwa przyścienna. Równania Prandtl'a i von Kármána dla warstwy przyściennej. Przebieg laminarno-turbulentny. Metoda Head'a dla turbulencji warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny, klasyfikacja składowych oporów aerodynamicznego w świetle zasady pędu. Charakterystyki aerodynamiczne profilu. Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: funkcja Theodoresena i przeciągnięcie dynamiczne. Histerza aerodynamiczna. Efekt Küssnera. • Płat o skończonym wydłużeniu: Uproszczone metody szacowania odchylenia strug za płatem i ich wpływ płyta na usterzenie. Wpływ ziemi. Teoria powierzchni nośnej: metody siatki wirów VLM i GVLm. Osobliwości opływu płytów o bardzo małym wydłużeniu: skrzydło delta, ostrołukowe i pasmowe, nośność wirowa. Informacja o metodach panelowych dla brył trójwymiarowych. • Aerodynamika dużych prędkości: Jednowymiarowe przepływy izentropowe. Ścisłość. Równanie ciągłości dla jednowymiarowego przepływu ściśliwego. Równanie Bernoulliego dla przepływów izentropowych. Liczba Macha. Zależności pomiędzy parametrami krytycznymi i spójnienia a parametrami przepływu. Przepływ czynnika ściśliwego przez kanały. Przekrój krytyczny. Klasyfikacja przepływów: przepływy podkrytyczne i nadkrytyczne. Dysza de Laval'a. Pomiar prędkości sondą Prandtl'a w zakresie prędkości poddźwiękowych. Wpływ wysokości lotu na liczbę Ma. Wpływ liczby Macha na: charakterystyki aerodynamiczne profilu i płata: $C_Z(\alpha)$, C_Zmax, C_X, wędrowka środka parcia. Poprawki: Prandtl'a-Glauerta i von Kármána-Tsien'a. Wpływ kąta natarcia, grubości płata nośnego, kąta skosu płata. • Reguła pół. Ciało o minimalnym oporze falowym (Searsa-Hack'a). Krytyczna liczba Macha dla profilu. Stożek Macha. Wpływ ściśliwości na charakterystyki aerodynamiczne profilu i płata w zakresie przepływu podkrytycznych i transonicznych. Fale rozrzedzeniowe (Macha). Fale uderzeniowe: prostopadłe i skośne. Biegunkowa skośnej fali uderzeniowej. Opór falowy. Oderwanie warstwy przyściennej na skutek oddziaływania fali uderzeniowej („Shock stall”). Profili nadkrytyczne: wady i zalety, wpływ kształtu profilu na fale uderzeniowe, środki podejmowane celem podniesienia Makr. Nagrzewanie aerodynamiczne przy prędkościach naddźwiękowych. • 1. Wyznaczenie rozkładu ciśnienia na profilu lotniczym z uwzględnieniem ściśliwości /obliczenia komputerowe 2. Pomiar oporu metodą Jonesa /pomiar tunelowe; 3. Pomiar ciągu śmigła metodą impulsową / pomiary tunelowe 4. Charakterystyki aerodynamiczne płata nośnego: obliczenia metodą VLM /obliczenia komputerowe 5. Charakterystyki aerodynamiczne płata nośnego: obliczenia metodą panelową /obliczenia komputerowe 6. Charakterystyki skrzydła „delta” i wizualizacja olejowa / pomiary tunelowe 7. Analogia płytkiej wody dla przepływów ściśliwych 	
Bezpieczeństwo lotnicze	K_W09, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> • Ogólne zasady powstawania wypadków lotniczych • Dokumenty i zasady obowiązujące podczas badania zdarzeń lotniczych • Wpływ zachowań człowieka na bezpieczeństwo operacji lotniczych • Zasady analizy wypadków i zdarzeń lotniczych 	
Czynnik ludzki w lotnictwie	K_W09
<ul style="list-style-type: none"> • 040 03 00 00 Podstawy psychologii lotniczej Przewodzenie i podporządkowanie: Cechy przywódcy Typy przywództwa Cechy efektywnego przywódcy Nieefektywność przywódcy – cechy Role członków załogi w kopiecie Rodzaje współpracy w kopiecie Powstawanie błędów: Sposób powstawania błędów Łańcuch błędów Poziomy błędów Wpływ grupy Automatyzacja: Cele Problemy Wymagania operacyjne Zadania załogi Proces uczenia się: Cykle i formy uczenia się CRM: Wstęp do CRM Cele szkoleń CRM 	
Historia techniki kosmicznej	
<ul style="list-style-type: none"> • Zarys historii podboju kosmosu • Okoloziemskie bazy satelitarne • Odzyskiwalne systemy kosmiczne • Powiązania między wynalazkami • Wąjskowe użycie przestęzi kosmicznej • Środki przeycia w przestęzi kosmicznej • Podróże międzyplanetarne 	
Mechanika lotu	K_W05, K_W06, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_U13, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie. Średnia cęciwa aerodynamiczna. Statyczna równowaga podłużna samolotu, wpływ zespołu napędowego, wpływ mechanizacji i bliskości ziemi. Biegunkowa równowagi. • Podłużna statyczna stateczność samolotu, Stateczność ze sterem trzymanym i puszczone, zapas stateczności. • Podłużna sterowność samolotu. Siły na drążku, ocena sterowności. • Boczna statyczna równowaga, stateczność i sterowność samolotu. Boczne siły i momenty, boczna statyczna stateczność ze sterem trzymanym i puszczone. Sterowność w ruchu przechylenia i odchylenia. • Ogólne równania ruchu samolotu – założenia modelu, układy współrzędnych. • Ogólne równania ruchu samolotu – wprowadzenie ogólnej postaci równań ruchu. • Orientacja i pozycja przestrzenna samolotu. Kąty Eulera. • Uproszczenia, linearyzacja i ubezwymiarnowanie równań ruchu. Metody rozwiązania. • Siły i momenty działające na samolot. Pochodne aerodynamiczne. • Ważniejsze pochodne sił i momentów aerodynamicznych symetrycznych i niesymetrycznych. • Stateczność dynamiczna podłużna. Uproszczone przypadki: oscylacje krótko i długo okresowe. • Stateczność dynamiczna boczna. Uproszczone przypadki: spirala, holendrowanie, przechylenie. • Uproszczona analiza statecznych i asymetrycznych ruchów samolotu. • Podstawy modelowania i symulacji manewrów przestrzennych. • Analiza odpowiedzi samolotu na pojedynczy podmuch. • Wprowadzenie. Przypomnienie i użycie materiału z zakresu równowagi podłużnej. • Wyznaczenie czasu stateczności samolotu ze sterem trzymanym i puszczone. • Wyznaczenie charakterystyk sterowności samolotu względem wychylenia steru oraz siły na drążku. • Siły i momenty aerodynamiczne działające na samolot po zaburzeniu ustalonego stanu lotu –wprowadzenie, założenia, uproszczenia. • Symetryczne siły i momenty aerodynamiczne działające na samolot po zaburzeniu ustalonego stanu lotu. • Niesymetryczne siły i momenty aerodynamiczne działające na samolot po zaburzeniu ustalonego stanu lotu. • Uproszczona analiza stateczności dynamicznej podłużnej i bocznej samolotu. • Odpowiedź samolotu na pojedynczy podmuch pionowy. 	
Meteorologia	K_W05, K_U04, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Wiatr a. Wiatry lokalne (występowanie i mechanizm powstawania): - Bryzy morskie i lądowe - Wiatry anabatyczne i katabatyczne - Wiatry orograficzne, fen - Wiatry dolinowe - Wpływ łańcucha górskiego na wiatr - Low - leveljet b. Wiatry w wyższych warstwach atmosfery: - Cyrkulacja w górnych warstwach atmosfery - Prądy strumieniowe (jetstreams), występowanie, własności, budowa, przecinanie w locie: - Sub - tropikalny - Polarny - Równikowy - Jet stream występujący na froncie polarnym - Turbulencja w czystym powietrzu (CAT), występowanie, sposoby unikania • 2. Klimatologia a. Klimatologia: - Model globalnej cyrkulacji - Strefy klimatyczne - Globalny rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Globalny rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Globalny rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Globalny rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Położenie tropikalnej strefy konwergencji, zmienny roczne b. Ruchy mas powietrza i prądy oceaniczne: - Ruchy mas powietrza: - Mistral - Bora - Etesian, meltemi - Regale - Levantem - Vendee - Sirocco - Haboob - Harmatan - Simoon - Norwester - Shamal - Sumatras - Monsun zimowy - Monsun letni - Monsun wschodnioazjatycki - Blizzard, buran - Chinook - Pampero - Zonda - Brickfielder - Southerly buster - Ogólna charakterystyka głównych prądów oceanicznych c. Burze tropikalne i tornada: - Powstawanie - Rodzaje i miejsce występowania: - Huragan - Cyklon - Tajfun - Tornado d. Mikroklimat: - Europa: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe - Rejon północnego Atlantyku i Ameryka Północna: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków 	

wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe - Afryka: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe - Azja: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe - Ameryka Południowa i Karaiby: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów dolnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe - Australia i rejon Pacyfiku: - Rozkład średniej temperatury, wahania roczne - Rozkład ciśnienia na średnim poziomie morza, wahania roczne - Rozkład średniej prędkości i kierunków wiatrów górnych, wahania roczne - Opady - Widzialność - Oblodzenie - Specjalne zjawiska pogodowe • 3. Meteorologiczne zagrożenia lotu a. Wysokościomierz: - Nastawa wysokościomierza - Błędy wysokościomierza - Błąd związany z nastawą ciśnienia - Poprawka temperaturowa - Błąd związany z lotem nad łańcuchem górskim - Minimalny poziom lotu b. Burze: - Warunki sprzyjające występowaniu - Rodzaje burz - Stadia rozwoju burz - Superkomórki - Przemieszczanie się burzy - Linia szkwałów - Zagrożenia związane z burzą - Wykrywanie zagrożeń za pomocą radaru pogodowego c. Oblodzenie: - Warunki sprzyjające występowaniu oblodzenia - Wpływ oblodzenia na samolot - Intensywność oblodzenia - Przechłonecie kropli wody - Proces powstawiania oblodzenia - Rodzaje oblodzenia - Warunki praktyczne c. Czynniki wpływające na intensywność oblodzenia - Oblodzenie mające wpływ na silnik: - Oblodzenie przewodów paliwowych - Oblodzenie gaźnika w silniku tokowym - Oblodzenie wlotu w silniku odrzutowym - Rodzaje instalacji przeciwooblodzeniowych i odlodzeniowych - Oblodzenie powstające na różnych elementach samolotu i ich wpływ na lot (śmigła, anteny, osłony radarów, szyby itd.) d. Uskok wiatru i turbulencja: - Czynniki sprzyjające wystąpieniu uskoku wiatru i ich charakterystyka: - Burze - Fronty - Inwersje - Turbulentna warstwa powietrza przy ziemi - Teren - Wpływ uskoku wiatru na samolot - Mikroszkwały, występowanie i wpływ na samolot - Turbulencja, czynniki sprzyjające występowaniu: - Aktywność termiczna terenu - Tarcie - Fałę orograficzne - Inwersje • 4. Informacja meteorologiczna a. Mapy synoptyczne górnych warstw atmosfery: - Significant weather chart (SIGWX) - Wydawanie i ważność - Stosowane symbole i informacje na mapie - Mapy wiatrów i temperatur: - Wydawanie i ważność - Stosowane symbole i informacje na mapie	
Metody numeryczne w budowie i eksploatacji konstrukcji lotniczych	K_W01, K_W04, K_U06, K_U12, K_U13, K_U14, K_K02
• Wprowadzenie do problematyki obliczeń numerycznych • Wprowadzenie do modelowania w środowisku Matlab • Rozwiązywanie równań liniowych w odniesieniu do problemów projektowania • Metody rozwiązywania układów równań liniowych • Problemy aproksymacji i interpolacji w zastosowaniu do zagadnień technicznych (projektowanie i badania) • Całkowanie numeryczne oraz jego techniczne wykorzystanie • Różniczkowanie numeryczne z aspektami wykorzystania w zagadnieniach technicznych • Wykorzystanie środowiska Matlab Simulink do rozwiązywania problemów modelowania i symulacji procesów technicznych • Zapoznanie ze środowiskiem Matlab oraz jego możliwościami • Opracowanie programu rozwiązywania równania liniowego jednej zmiennej w środowisku Matlab • Opracowanie programu rozwiązywania układu równań o określonych cechach (macierz pełna, macierz rzadka, macierz diagonalna) • Rozwiązywanie problemów aproksymacji i interpolacji wyników badań • Opracowanie programów całkowania numerycznego wybraną metodą • Procedury różniczkowania numerycznego i ich wykorzystanie do rozwiązywania zadań z eksploatacji • Wprowadzenie do środowiska Simulink	
Nawigacja	K_W06, K_U02, K_U05, K_K01
• 062 05 00 00 Systemy nawigacji obszarowej oraz RNAV lub FMS. Podstawy nawigacji obszarowej; Rodzaje nawigacji obszarowej – informacje ogólne oraz używane wyposażenie; Podejścia RNAV; Typy, Wymagane wyposażenie, Procedury operacyjne, Sposób wykonania FMS; Zasada działania Budowa i elementy składowe Urządzenia wyjściowe – sposób wyświetlania poszczególnych informacji, kolory i symbole Tryby pracy wyświetlaczy Wyświetlanie usterek Obsługa CDU – omówienie oraz ćwiczenia w używaniu Systemy antykolizyjne (ACAS, TCAS, TAS); Zasada działania Informacje i nakazy przekazywane załozce Oznaczenia na wyświetlaczach – czynności podejmowane przez załozce po otrzymaniu określonej informacji/nakazu 062 03 00 00 Radar Pokładowy radar pogodowy; Tryby pracy Sposób wyświetlania informacji Użycie w trakcie różnych faz lotu • FMS: Obsługa CDU – omówienie oraz ćwiczenia w używaniu Systemy antykolizyjne (ACAS, TCAS, TAS); Informacje i nakazy przekazywane załozce Pokładowy radar pogodowy; Sposób wyświetlania informacji Użycie w trakcie różnych faz lotu	
Osiągi i planowanie lotu	K_W06
• 1. Masa i wyważenie: samoloty a. Obciążenia - Masy standardowe wymagane przez przepisy b. Szczegółowe informacje na temat masy i wyważenia statku powietrznego - Dokumentacja masy i wyważenia dla samolotu wielosilnikowego tokowego – omówienie i ćwiczenia praktyczne - Dokumentacja masy i wyważenia dla samolotu o klasie osiągow A – omówienie i ćwiczenia praktyczne c. Określanie pozycji środka ciężkości - Określanie pozycji środka ciężkości dla samolotu o klasie osiągow A – omówienie i ćwiczenia praktyczne - Określanie pozycji środka ciężkości dla samolotu o klasie osiągow A – omówienie i ćwiczenia praktyczne d. Rozmieszczenie ładunku - Rozmieszczenie ładunku w samolocie wielosilnikowym tokowym – omówienie i ćwiczenia praktyczne - Rozmieszczenie ładunku w samolocie o klasie osiągow A – omówienie i ćwiczenia praktyczne 2. Osiągi: samoloty a. Klasa osiągow A: tylko samoloty certyfikowane według standardów CS-25 - Start: Omówienie sposobu wykonywania obliczeń dotyczących startu Ćwiczenia praktyczne w wykonywaniu obliczeń dotyczących startu b. Dodatkowe procedury i zjawiska związane ze startem: - Procedura startu ze zwiększoną V2 - Redukcja ciągu do startu - Start z pasa pokrytego - Hydroplaning – rodzaje - Niedziałający układ antypoślizgowy (anti-skid) c. Początkowe wznoszenie: - Procedury antyhalasowe - Segmenty wznoszenia po starcie, wymagane gradienty i przewyższenie nad przeszkodami - Wymagania odnośnie przestrzeni dla początkowego wznoszenia - Ograniczenia masy do startu ze względem na wznoszenie po starcie d. Przelot: - Wznowienie w trakcie przelotu - Ograniczenia prędkości w trakcie przelotu (Buffet onsetboundary chart) - Zniżanie w trakcie przelotu - Awaria silnika w trakcie przelotu – ograniczenia - Operacje ETOPS - wymagania e. Lądowanie: - Wymagania odnośnie osiągow samolotu w trakcie lądowania oraz nieudanego podejścia dla lotniska docelowego i zapasowego - Ćwiczenia praktyczne - Wymagania odnośnie długości lądowania - Ćwiczenia praktyczne - Chłodzenie hamulców po lądowaniu 3. Planowanie lotu i monitorowanie lotu a. Planowanie lotu dla lotów IFR - Planowanie lotu IFR – samolot wielosilnikowy tokowy, Ćwiczenia praktyczne - Planowanie lotu IFR – samolot o klasie osiągow A, Ćwiczenia praktyczne b. Planowanie paliwa - Polityka paliwowa dla samolotów o klasie osiągow A i wielosilnikowych tokowych o klasie osiągow B c. Przygotowanie przed lotem - Praktyczne planowanie lotu IFR samolotem jednosilnikowym tokowym o klasie osiągow B oraz samolotem o klasie osiągow A – omówienie i ćwiczenia praktyczne oraz przypadki szczególne d. Planu lotu ATS - Wypełnianie planu lotu ATS – ćwiczenia praktyczne	
Praca dyplomowa	K_W05, K_W06, K_U01, K_U03, K_U13, K_U14
• Zdefiniowanie tematu, zakresu pracy i zadań do wykonania. Konsultacja realizacji magisterskiej pracy dyplomowej. Ocena pracy.	
Prawo i przepisy lotnicze	K_W09
• 010 09 00 00 Lotniska lub lotniska dla śmigłowców: Typy lotnisk; Części lotnisk; Kod referencyjny lotniska; Istotne dla załóg dane operacyjne lotnisk; Drogi startowe – istotne parametry; Drogi kołowania – istotne parametry; Płty – istotne parametry; Oznaczenia: Poziome oznaczenia dróg startowych, Poziome oznaczenia dróg kołowania, Znaki pionowe, Oświetlenie dróg startowych, Światła podejścia, Oświetlenie dróg kołowania, Światła wznoszące kąt ścieżki podejścia, Oświetlenie dodatkowe punktów oczekiwania, Oświetlenie przeszkód lotniczych, Oświetlenie pojazdów poruszających się po polu manewrowym lotniska • 010 10 00 00 Ulatwiania: Informacje ogólne; Cele; Przyłot, tranzyt i odlot statku powietrznego; Przyłot, tranzyt i odlot ludzi, bagażu i towarów; Przyłot, tranzyt i odlot pasażerów specjalnej kategorii • 010 11 00 00 Poszukiwanie i ratownictwo: Informacje ogólne; Organizacja i odpowiedzialność; Procedury dla służb; Procedury dla załóg; Częstotliwości i sygnały; Oznaczenia kolorystyczne sprzętu zrzucaемого dla rozbitków, Sygnały od rozbitków, Sygnały od jednostek ratowniczych, Częstotliwości radiowe używane w poszukiwaniu i ratownictwie • 010 12 00 00 Ochrona: Informacje ogólne; Cele; Współpraca międzynarodowa; Środki zapobiegawcze; Kontrola dostępu; Przewóz broni; Zapobieganie przed wystąpieniem i postępowanie w przypadku bezprawnej ingerencji	
Procedury operacyjne	K_W06, K_W07
• WYMAGANIA NAWIGACYJNE DLA LOTÓW DŁUGODYSTANSOWYCH • Zarządzanie lotem: procedury planowania nawigacyjnego, sporządzanie planów lotu, wybór trasy, prędkości i wysokości, wybór lotnisk zapasowych, trasy najkrótszego czasu przelotu, definicja. • Loty transoceaniczne i polarne (ICAO Doc. 7030 - Uzupełniające procedury regionalne): wybór awaryjnych sposobów określenia kursu oraz sprawdzanie krzyżowe przy użyciu systemu INS, sprawdzanie krzyżowe, ustalenie kątów drogi i kursów, trasy polarne, właściwości magnetyzmu ziemskiego w strefach okołobiegunowych, specyficzne problemy nawigacji polarnej. □ Przestrzeń MNPS (Minimum Navigation Performance Specifications) (ICAO Doc. 7030 - Uzupełniające procedury regionalne, NAT Doc. 001, T 13 5N/5 - Wskazówki i informacje dotyczące nawigacji lotniczej) w regionie Północnego Atlantyku (NAT) oraz Podręcznik Operacji Lotniczych w przestrzeni MNPS Północnego Atlantyku, oraz (RVSM): definicje, granice geograficzne, przepisy i procedury, informacje. Dodatkowe aspekty planowania lotu dla operacji nad oceanami i nad obszarami odizolowanymi. Planowanie zużycia paliwa: ilość paliwa na nieprzewidywane okoliczności podczas przelotu (en-route contingency fuel), ilość paliwa na dot. holding i odejście na lotnisko zapasowe, zapas paliwa w locie w lotach nad obszarami oceanów, użycie tabel osiągow przy planowaniu zużycia paliwa w oparciu o planowane wznoszenie, wysokości przelotowe i zniżanie, wymagania dotyczące zapasu paliwa, uwzględnienie lotu z niesprawnym silnikiem. Obliczanie punktu Point of Equal Time i punktu Point of Safe Return. Komputerowe planowanie lotu. Ogólne zasady aktualnych systemów planowania: zalety, mankamenty i ograniczenia. • Szczególne procedury operacyjne i zagrożenia: Procedury dotyczące oblodzenia Odładzanie na ziemi: Wykonanie Typy płynów odładzających Holdovertime Procedury dotyczące pożarów i obecności dymu: Rodzaje pożarów i postępowanie Rodzaje i oznaczenia gaśnic oraz rodzaje pożarów, które można nimi gasić Wymagana ilość gaśnic Siewkery i lomy Procedury dotyczące obecności dymu Procedury dotyczące bezpieczeństwa: Programy treningowe Procedury przeszkucania samolotu Bezpieczeństwo kabiny załogi Przewóz broni Procedury dotyczące bezprawnej ingerencji Procedury dotyczące zagrożenia bombowego Odizolowane miejsce postojowe na lotnisku Zrzucanie paliwa: Informacje ogólne Procedury Dekompresja: Informacje ogólne Procedury Wymagane wyposażenie w tlen Uskok wiatru i microburst: Informacje ogólne Warunki meteorologiczne sprzyjające występowaniu Oddziaływanie na samolot Procedury Turbulencja w śladzie aerodynamicznym: Informacje ogólne, sposób powstawiania i unikanie Kategorie samolotów ze względem na turbulencje w śladzie aerodynamicznym Minima separacji Przewóz materiałów niebezpiecznych: Definicje Kategorie Wymagania Programy treningowe Procedury Operacje na pokrytych drogach startowych: Definicje Hydroplaning Zalecenia dotyczące hamowania na mokrej lub pokrytej drożdze startowej Współczynnik hamowania Depesza SNOWTAM – dekodowanie Zderzenia z ptakami: Informacje ogólne Procedury antyhalasowe: Informacje ogólne Typy standardowych procedur Preferowane drogi startowe Preferowane trasy lotu Procedury antyhalasowe przy podejściu do lądowania • Loty transoceaniczne i polarne: Wymagania dla Operatora i statku powietrznego Przestrzeń MNPS Przestrzeń RVSM Wymagania odnośnie wyposażenia nawigacyjnego Wymagania dla lotów w przestrzeni RVSM • System tras transoceanicznych (OTS): Informacje ogólne Separacja w oparciu o lot ze stałą liczbą Macha Procedury dotyczące lotów w przestrzeni NAT Organizacja systemu tras transoceanicznych (OTS) Okresy obowiązywania • System tras polarnych (PTS): Informacje ogólne Organizacja systemu tras polarnych (PTS) • Inne systemy tras: Informacje ogólne • Planowanie lotu dla tras transoceanicznych: Wymagania ogólne, wybór trasy i pozycjonowanie Plan lotu • Zgody na lot transoceaniczny: Informacje ogólne Zawartość Sytuacje anomalne i błędy • Komunikacja i procedury zgłaszania pozycji: Czas i punkty zgłaszania pozycji Zawartość Typy depeszy Depesze meteorologiczne SELCAL Kody transpondera Sytuacje anomalne i błędy • Procedury i nawigacja w przestrzeni MNPS • Nawigacja w rejonach polarnych: Sposób obliczania parametrów nawigacyjnych – informacje ogólne, Zroskopy i systemy nawigacji bezładnościowej – informacje ogólne • Procedury na wypadek degradacji lub awarii systemów nawigacyjnych: Wykrywanie awarii i określanie urzędzenia, które jej uległo, Ogólne procedury po wystąpieniu awarii, monitorowanie • Regionalne procedury uzupełniające dla regionu Europy i Północnego Atlantyku • Sytuacje niebezpieczne w locie: Wodowanie, Lądowanie zapobiegawcze, Briefing dla pasażerów, Ewakuacja, Lądowanie przymusowe, Alarm systemu ostrzegania o kolizji, Procedury w przestrzeni NAT	
Rejestracja i analiza parametrów lotu	K_U09, K_U11
• Cel zakres i zadania rejestracji parametrów lotu, rodzaje rejestratorów. Klasyfikacja, struktura układów akwizycji danych, układy standaryzacji i przesyłania, układy zapisu, archiwizowania, przechowywania, analizowania, archiwizacji danych. • Rejestracja i analiza parametrów lotu do prób w locie. Budowa rejestratora pomiarowego na przykładzie rejestratora PSR-03E. Struktura sprzętowa , zasada działania , parametry. Miniaturowe systemy akwizycji danych na przykładzie rejestratora PRP-J5. Wizualizacja i analiza danych z rejestratorów do prób w locie. Przygotowanie zadania pomiarowego • Rejestratory pokładowe eksploatacyjne, budowa, wymagania , przeznaczenie. Rejestratory eksploatacyjne: QAR ATM, PENNY GILES, FAIRCHILD [022 03 07 00]. Rejestracja rozmów w kabine załogi (CVR)[022 03 08 00]. • Rejestratory specjalizowane na przykładzie RES 40. Budowa, zasada działania, warunki pracy, parametry. Sposób rejestracji danych rejestratora pracy silnika PZL-10W[022 03 07900]. Analiza danych zarejestrowanych podczas pracy silnika PZL 10W. 5 • Rejestratory awaryjne, przeznaczenie, budowa, funkcje, wymagania stawiane rejestratorom awaryjnym, urządzenia wspomagające odczywanie rejestratora. Wykorzystanie magistral sygnałów (ARINC, MIL), podstawowe parametry, zasada współpracy urządzeń łączonych magistralą. • Analiza parametrów lotu, system FDS-ATM: Struktura sprzętowa rejestratora eksploatacyjnego. Wykorzystanie FDS w PLL LOT. Analizy lotu AFPA, ETOPS • Rejestracja parametrów lotu samolotu bezzałogowego. Metodyka prowadzenia zadania pomiarowego, przygotowania systemu pomiarowego, przesyłania danych, wybranych parametrów lotu. • Dokumentacja zadania pomiarowego. Weryfikacja poprawności rejestracji danych. Przygotowanie i wykonanie raportu z badań. • Kompletacja przetworników pomiarowych. Rozmieszczenie przetworników i osprzętu na obiekcie latającym. Sposób mocowania na obiekcie, połączenia systemu akwizycji danych • Konfiguracja systemu akwizycji danych. Dobór przetworników pomiarowych. Kondycjonowanie sygnałów. Ustawienia parametrów akwizycji danych • Planowanie zadania badawczego w warunkach rzeczywistych. Metodyka działania, opcje zadania pomiarowego, organizacja zespołu prowadzącego eksperyment, przydział zadań • Program badań obiektu latającego. Wykonanie rejestracji	

parametrów lotu (dron, samolot bezzałogowy, szybowiec), • Analiza danych zarejestrowanego lotu. Weryfikacja poprawności rejestracji danych. Przygotowanie i wykonanie raportu z badań	
Seminarium dyplomowe	K_W09, K_W10, K_U03, K_U04, K_U10, K_K03, K_K04
• Zajęcia wprowadzające. Dyplomowa praca magisterska: cel poznawczy i dydaktyczny, różnice w stosunku do pracy inżynierskiej. Metodyka badań naukowych oraz przygotowania i realizacji eksperymentu a następnie opracowania wyników. Technika pisania pracy dyplomowej: zawartość, układ, studia literaturowe, badania, obliczenia i prace projektowe, dokumentacja, odczytanie literaturowe. Redakcja pracy dyplomowej: spis treści, wykaz znaczeń, wstęp, zawartość merytoryczna, wnioski, wykaz literatury, dodatki i uzupełnienia. Forma pracy, streszczenie. Egzamin dyplomowy: zakres i forma egzaminu, technika referowania pracy dyplomowej. Referaty indywidualne Tematyka referatów prezentowanych przez studentów: • Wybrane zagadnienie z pracy dyplomowej. • Dowolny temat z zakresu techniki lotniczej istotny dla lotnictwa cywilnego. Przygotowanie i wygłoszenie referatu: • Informacja o temacie i zakresie opracowywanego tematu. • Konspekt referatu. • Wygłoszenie referatu (ok. 20 min.), przygotowanie prezentacji multimedialnej. • Dyskusja, oceniana jest umiejętność argumentowania. • Suplement (odpowiedzi na pytania, ewentualne uzupełnienie referatu). • Tekst referatu przygotowany w formie zgodnej z wymaganiami redakcyjnymi. Podsumowanie, omówienie referatów i sposobu ich prezentacji	
Systemy radionawigacyjne	K_W01, K_W02, K_W05, K_W06, K_W08, K_W09, K_U09, K_U14, K_K01, K_K02
• Systemy nawigacji hiperbolicznej - opis, zasada działania i parametry. System nawigacyjny Loran-C, opis, zasada działania, parametry, System nawigacyjny Decca, zasady działania. • Systemy nawigacji obszarowej, zagadnienia ogólne, wykorzystanie. RNAV - rodzaje danych wejściowych w systemie nawigacji obszarowej; niezależne systemy pokładowe (systemy nawigacji bezwładnościowej, radar Dopplera), systemy nadajników zewnętrznych (VOR/DME, LORAN-C, Decca), dane wejściowe o locie (prędkość rzeczywista, wysokość, kurs magnetyczny). Nawigacja obszarowa z użyciem VOR/DME (RNAV): zasada działania, wady i zalety, dokładność, niezawodność, pokrycie działania, urządzenia pokładowe. • RNAV- typowe wyposażenie pokładowe i jego użycie; sposoby wprowadzania i wyboru punktów na trasie oraz uzyskiwanie informacji o wymaganych kursie, metody wybierania, dostrajania i identyfikacji stacji naziemnych, oprzyrządowanie do lotów nawigacyjnych, dla niektórych rodzajów systemów: oprzyrządowanie do określania drogi przebytej, drogi pozostałej do przebycia i, jeśli konieczne, informacji o prędkości podróży, oprzyrządowanie do prezentacji bieżących danych pozycyjnych. Wskazania przyrządów. • Systemy podejścia do lądowania wg wskazań przyrządów ILS, MLS, GNSS (zasada działania, zakres częstotliwości pracy, odczyt i interpretacja, pokrycie, zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność, parametry strefy podejścia, systemy odciążania naziemne - rozmieszczenie, parametry techniczne, uproszczony schemat blokowy, odbiorniki pokładowe - instalacja, uproszczony schemat blokowy, zasada działania, obsługę). • Urządzenia radiolokacyjne. Technika impulsowa i stosowane terminy, radar (zasada działania, odczyt i interpretacja, pokrycie, zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność). Systemy wykorzystujące efekt Dopplera - opis, zasada działania i parametry. Radar Dopplera (zasada działania, obliczenia prędkości podróży i kąta znoszenia, zalety i wady, dokładność i niezawodność, urządzenia pokładowe). • Pokładowy radar pokładowy (zasada działania, tryby pracy, odczyt i interpretacja, pokrycie, zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność, zastosowanie w nawigacji lotniczej). Korzystanie ze wskazań radaru i ich użycie w nawigacji podczas lotu.	
Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	K_W03, K_U07, K_K02
• Sygnały. Podstawowe pojęcia. Sygnały deterministyczne i losowe. Kodowanie przebiegów czasowych. Cyfrowy zapis sygnałów analogowych. Przetworniki analogowo cyfrowe, cyfrowo analogowe. Przekształcanie i analiza częstotliwościowa sygnałów. Transformata Fouriera. Filtracja. Cel stosowania filtracji. Filtry analogowe. Filtry cyfrowe. Projektowanie i optymalizacja filtru. Modelowanie. Matematyczny sposób opisu obiektów rzeczywistych. Modele parametryczne i nieparametryczne. Klasy modeli procesów. Identyfikacja. Podstawowe pojęcia. Metody identyfikacji. Identyfikacja Charakterystyk statycznych i dynamicznych, problem deterministyczny i probabilistyczny. Eksperyment. Eksperyment czynny i bierny. Planowanie eksperymentu. Estymacja. Teoria Estymacji. Estymatory. Estymacja parametrów metodą najmniejszych kwadratów. Błędy w procesie przetwarzania sygnałów i ich ocena. • Projektowanie i analiza filtrów analogowych. Filtr Butterworth'a. Projektowanie i analiza filtrów cyfrowych. Filtry o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej. Transformacja sygnałów w dziedzinie częstotliwości. Transformata Fouriera i Modelowanie obiektów i procesów. Matematyczny model liniowy i nieliniowy ruchu samolotu. Eksperyment. Zbieranie danych pomiarowych plan eksperymentu, na przykładzie nieliniowego modelu ruchu samolotu. Identyfikacja charakterystyk. Identyfikacja charakterystyk samolotu. Estymacja parametrów. Estymacja parametrów matematycznego modelu ruchu samolotu	
Trening kondycyjny	K_U04, K_K01, K_K02
• Trening funkcjonalny w ujęciu holistycznym. Różne rodzaje złożonych treningów funkcjonalnych ukierunkowanych na wybrane funkcje ciała człowieka. Praca indywidualna nad poprawianymi wzorcami ruchowymi. • Doskonalenie metody rozwoju siły i wytrzymałości siłowej. Budowa i realizacja indywidualnych programów treningowych przez studentów. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej (Beep test) i pomiar składu ciała (Tanita). • Usprawnienie ruchowe: dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie, zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza.	
Współpraca w zakładzie wielosobowej	K_W09, K_U02, K_K01, K_K02
• Czynniki ludzki: wielość i definicje: a) Podstawowe koncepcje; b) Czynniki ludzki w lotnictwie; c) Sprawność i ograniczenia; d) Tradycyjne rozumienie pojęcia "fachowość", rozumienie "profesjonalizmu" w aspekcie czynnika ludzkiego; e) Statystyka wypadków; f) Koncepcje bezpieczeństwa lotu. Podstawy psychologii lotniczej, model informatyczny człowieka: a) Przetwarzanie informacji przez człowieka; b) Uwaga i czuwanie (selektywność uwagi, podzielność uwagi); c) Postrzeganie (złudzenia percepcji, subiektywność postrzegania, przetwarzanie danych "z dołu do góry", i "z góry na dół"); d) Pamięć (czuciowa, robocza, długotrwała, krótkotrwała); e) Wybór reakcji na bodziec (zasady i techniki uchenia się, popędy, motywacja i osiągnięcia). Osobowość i jej wpływ na bezpieczeństwo: a) Typy osobowości; b) Osobowość i postawy rowziwe; wpływ (statystyczne); c) Indywidualne osobowościowe; d) Postawy niebezpieczne (samoocenianie się i wstrępywanie się w trakcie załogi i poza nią); a) Sposoby popełniania błędów. Błąd ludzki i niezawodność, łańcuch błędów, wykrywanie i zapobieganie błędom: a) Niezawodność zachowań człowieka; b) Hipotezy tłumaczenia rzeczywistości (podobieństwo, częstotliwość zdarzeń, spełnianie się, przyczynowość); c) Teoria i model błędów człowieka; d) Powstawanie błędów (czynniki wewnętrzne (style poznawcze), czynniki zewnętrzne (ergonomia, ekonomia, środowisko socjologiczne). Polityka bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie: a) Program Ochrony Linii; b) Ustanawianie procedur i sposoby ich zatwierdzania; c) Procedury operacyjne. Stres, panowanie nad stresem, zmęczenie i czujność: a) Stres (definicje koncepcje i modele; niepokój a stres; skutki stresu; radzenie sobie ze stresem); b) Zmęczenie i czujność (rodzaje, przyczyny, objawy, skutki zmęczenia); c) Rytm biologiczny i sen (zakłócenia rytmu; objawy i skutki); d) Radzenie sobie ze zmęczeniem i stresem (techniki zwalczania). Zbieranie i obróbka informacji, ocena sytuacji, sterowanie obciążeniem pracą: a) Unikanie popełniania błędów; b) Poprawianie błędów; c) Poczucie bezpieczeństwa (świadomość obszarów ryzyka; świadomość skłonności do popełniania błędów, ustalanie źródeł popełniania błędów; świadomość sytuacji). Podejmowanie decyzji - koncepcje podejmowania decyzji (strukturalna i niestrukturalna; ryzyka; praktyczne stosowanie). Porozumiewanie się i współpracy w katce załogi i poza nią: a) Sposoby porozumiewania się; b) Werbalne i niewerbalne sposoby porozumiewania się; c) Bariery w porozumiewaniu się; d) Postępowanie w sytuacjach konfliktowych. Przywództwo i zachowanie się zespołu, synergia: a) Przewodzenie w grupie; b) Style kierowania zespołem; c) Dynamika małej grupy; d) Obowiązki i rola. Analiza wypadków i Analiza wypadków w lotnictwie ogólnym; b) Analiza wypadków w lotnictwie komunikacyjnym. • Procedury koordynacji załogi: a) Technika lotu i procedury w kabinie; b) Standardowe zwroty frazeologiczne; c) Dyscyplina. Obsługa symulatora lotu i modelu lotu używanego w szkoleniu: a) Zapoznanie z urządzeniem i architekturą kabiny, rozmieszczeniem przyrządów i przełączników; b) Procedury awaryjne w odniesieniu do urządzenia (wyłączanie awaryjne, awaria układu symulacji sił, pożar, ewakuacja); c) Model lotu używany w trakcie szkolenia - użytkowanie, wyświetlane przyrządy. Standardowe Procedury Operacyjne modelu lotu używanego w szkoleniu - omówienie oraz ćwiczenie przez kandydatów procedur w parach: a) Procedury normalne; b) Procedury awaryjne. Ćwiczenia studentów w parach realizujące scenariusze sytuacji zadanej przez prowadzącego.	
Wybrane działy matematyki 1	K_W01, K_U08
• 1. Układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. Układy kramerowskie. Wzory Cramera. Metoda eliminacji Gaussa. 2. Równania różniczkowe zwyczajne. Definicje, przykłady, całka szczególna i ogólna równania, zagadnienie Cauchy'ego. Przegląd wybranych równań rzędu pierwszego; o zmiennych rozdzielonych, równania liniowe (metoda przewidziania i metoda uziemienniana stałej), równanie Bernoulliego, równania zupełne. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Metody sprowadzania niektórych typów równań rzędu II-go do równań rzędu I-go, równania liniowe wyższych rzędów, równania różniczkowe liniowe o stałych współczynnikach, równanie Eulera. Układy równań liniowych. 3. Szeregi liczbowe, potęgowe i trygonometryczne. Przypomnienie i uzupełnienie wiadomości dotyczących szeregów liczbowych (definicja, zbieżność, warunek konieczny zbieżności, kryteria zbieżności, szeregi przemienne). Definicja szeregu potęgowego, promień i przedział zbieżności, własności szeregów potęgowych, szereg Taylora i Maclaurina. Pojęcie szeregu Fouriera . Warunki i twierdzenie Dirichleta. Rozwinięcie funkcji w szereg Fouriera. 4. Rachunek różniczkowy i całkowy funkcji wielu zmiennych. Granica, ciągłość, różniczka, pochodne cząstkowe I-szego i wyższych rzędów. Ekstrema lokalne, globalne i warunkowe funkcji wielu zmiennych. Funkcje uwikłane: pochodne, ekstrema lokalne. Całki wielokrotne i ich zastosowanie. 5. Funkcje zespolone. Krzywe i obszary na płaszczyźnie zespolonej. Ciągi i szeregi o wyrazach zespolonych. Funkcje zespolone zmiennej rzeczywistej. Funkcje elementarne zmiennej zespolonej. Pochodna i całka funkcji zmiennej zespolonej. Punkty osobliwe, szereg Laurenta, residuów. 6. Przekształcenia całkowe. Transformata Laplace'a. Właściwości transformaty Laplace'a, transformata spłotu funkcji. Wyznaczanie transformaty prostej i odwrotnej (metoda rozkładu na ułamki proste, metoda residuów, metoda spłotów). Zastosowanie do rozwiązywania równań różniczkowych i układów równań różniczkowych. Przekształcenie Fouriera.	
Wybrane działy matematyki 2	K_W01, K_U08
• 1. Równania różniczkowe cząstkowe. Definicja, klasyfikacja, metody rozwiązywania wybranych równań: rozwiązania ogólne i szczególne. 2. Rachunek prawdopodobieństwa. Zmienne losowe jednowymiarowe i ich parametry. Funkcje zmiennych losowych. Zmienne losowe wielowymiarowe, niezależność zmiennych losowych i ich parametry. Elementy teorii korelacji: regresja typu pierwszego, regresja typu drugiego. 3. Statystyka. Statystyka opisowa, szereg rozdzielczy. Badania statystyczne: estymacja punktowa i przedziałowa. Weryfikacja hipotez. Testy zgodności, testy do weryfikacji hipotez dotyczących wartości średniej i odchylenia standardowego. 4. Podstawowe wiadomości o procesach stochastycznych. Definicja, procesy stacjonarne, procesy o przyrostach niezależnych. Przykłady: proces Wienera, proces Poissona.	
Wychowanie fizyczne	K_K01, K_K02
• Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozręzkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m) i pomiar składu ciała (Tanita).	
Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U04
• Wprowadzenie do zarządzania eksploatacją obiektów latających (rys historyczny, analiza problemów, wczesny okres eksploatacji w lotnictwie, zarządzanie techniczne itp.). • Samolot jako obiekt eksploatacji. • Koszty cyklu życia samolotu samolotu. • Podstawy zarządzania eksploatacją obiektów latających (Cel, Rozwój programów, Zastosowanie, nowe czesne metody eksploatacji (FD, Maintenance Steering Group (MSG) approach). • Definicje i cele • Wymagania certyfikacyjne przedsiębiorstwa lotniczego • Dokumentacja eksploatacyjna (np. Airplane maintenance manual, Illustrated part catalog etc.). • Wymagania procesu eksploatacji. • Organizacja zarządzająca eksploatacją • Obsługa techniczna • Szkolenia • Zarządzanie eksploatacją samolotu (w locie i na ziemi) • Kontrola jakości • Niezawodność • Bezpieczeństwo	
Zintegrowane systemy pokładowe	K_W01, K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_U09
• Wprowadzenie do zintegrowanych systemów pokładowych. Systemy ADC, AHRS, ADAHRS, ADM, ADIRU, ADIRS, SAARU • Systemy nawigacji bezwładnościowej (INS - Inertial Navigation System): rodzaje, budowa, uzgadnianie położenia, tryby pracy i oznaczenia, zasady budowy kardanowych i bezkardanowych systemów nawigacji, pomiar przyspieszeń liniowych, prędkości kątowych i kątów orientacji; żyroskopy optyczne. Platformy stabilizowane i wirtualne (analityczne): budowa, zasada działania, uzgadnianie położenia platformy, błędy, tryby pracy i oznaczenia. Wahadło Shulera, algorytmy obliczeniowe. Procedury ustawiania początkowego: pozycja, poziomowanie i ustawianie azymutalne. Systemy korekcyj, błędy pomiaru. Użycowanie systemu nawigacji, monitorowanie pracy systemu i Nawigacja TRN. Zintegrowane systemy INS/GNS/STR. Systemy nawigacji GNS. Integralność danych nawigacyjnych. Zintegrowane systemy INS/GNS. Systemy radiolokacyjne. Radary PSR i SRR. Transponder, mody A, C i S. Możliwości integracji systemów z wykorzystaniem modu S. • System automatycznego zależnego dozoruowania ADS-B (ADS-B - Automatic Dependent Surveillance - Broadcast): zasada działania, właściwości, interpretacja wskazań. Łąca danych i integracja z systemami pokładowymi. • Systemy ostrzegania o niebezpiecznym zbliżaniu się samolotów w powietrzu (TCAS - Traffic Alert and Collision Avoidance System, ACAS - Airborne Collision Avoidance System): funkcje, schemat działania, rodzaje ostrzeżeń, monitorowanie pracy systemu. Uproszczone wersje systemu (TCAD - Traffic Collision Avoidance Device), interpretacja wskazań. Historia, stan aktualny, zasada działania, możliwość integracji z innymi systemami. Systemy PCAS, T2CAS. • Systemy ostrzegania o niebezpiecznym zbliżaniu się do ziemi (GPWS - Ground Proximity Warning System, TAWS - Terrain Awareness Warning System): funkcje, schemat działania, rodzaje ostrzeżeń, monitorowanie pracy systemu. Radiowykosciomierz, numeryczne modele terenu, integracja danych nawigacyjnych. Układy klasy TAWS. Omówienie systemów GPWS, ECPIAWS i Systemy syntetycznej wizji. Zastosowanie wirtualnej wizji. Układy klasy MFD. Maintenance Steering Group (MSG) approach. EVS. Integracja EVS i SVS. Układy ESWS. Zastosowania, zasada działania, perspektywy rozwoju. • Automatemyczne systemy kontroli lotu. Układ flight directora: Budowa układu, Sposoby wyświetlania informacji, Tryby pracy, Obsługa, monitoring i systemy rejestracji. Układy alarmujące	

załogę: Panel alarmujący, Alarmy dźwiękowe, System alarmowania o wysokości, System alarmowania o zbyt dużej prędkości/liczbie Macha, System ostrzegania przed przeciągnięciem. • Systemy ostrzegające o przekroczeniach parametrów lotu. Układy pomiarowe kąta natarcia i kąta ślizgu. Technika Flight Envelope Protection. Integracja pokładowych systemów ostrzegania (FWS – Flight Warning System), monitorowanie i rejestracja przekroczeń i sygnałów niesprawności, czynności obsługi. • System kierowania lotem (FMS – Flight Management System): schemat, funkcje, dane wejściowe i wyjściowe, współdziałanie z układem automatycznego sterowania. Systemy zabezpieczenia przed przekroczeniem ograniczeń eksploatacyjnych samolotu: funkcje, realizacja techniczna, dane wejściowe i wyjściowe, monitorowanie działania. Wyposażenie ostrzegawcze: ogólne zasady sygnalizacji zagrożeń, klasyfikacja i systemy powiadamiania. Układy ostrzegające o przekroczeniach: wysokości lotu, prędkości maksymalnej, prędkości przeciągnięcia (krytycznego kąta natarcia) – dane wejściowe i wyjściowe, monitorowanie działania. Układ sygnalizacji uskuoku wiatru: zasada działania bezpośrednich i predykcyjnych systemów ostrzegania, rodzaje sygnalizacji i ich interpretacja. • Pasywne detektory burzowe. Pokładowe radary meteorologiczne, integracja z systemami pokładowymi. • Układy pośredniego sterowania samolotem. Idea, struktura, przykładowe rozwiązania. Problem oscylacji indukowanych przez pilota. Systemy pośredniego sterowania: prawa sterowania, właściwości pilotażowe, realizacja techniczna, systemy nadzoru, diagnostyki i rekonfiguracji, niezawodność systemu. Tendencje rozwojowe w budowie złożonych (zintegrowanych) systemów pokładowych, automatyzacja pomiarów i przetwarzania danych, zastosowanie sztucznej inteligencji. • Automatycznie sterowanie ciągiem: funkcja i zastosowanie, schemat blokowy, elementy składowe, rodzaje pracy, wybór automatycznego rodzaju pracy, sygnał oddziaływujący na dźwignię sterującą ciągiem, układy FADEC. Użytkowanie i programowanie w różnych fazach lotu, monitorowanie działania systemu, ograniczenie użytkownika. • Systemy bezzałogowe i ich wyposażenie. • 1. Kalibracja zintegrowanych sensorów (na przykładzie zintegrowanego pomiaru ciśnienia i temperatury). 2. Algebra kwaternionów, modelowanie układów AHRS. 3. Właściwości układów GNSS, analiza i modelowanie błędów. 4. Zaawansowane techniki pomiarowe, analiza danych z prób w locie (IRT) 5. Modelowanie układu FBW, kształtowanie właściwości pilotażowych. 6. Systemy bezzałogowe. Szacowanie zasięgu, widzialności, bilans łącza radiowego. • 1. Zintegrowany układ ADAHRS-G (badania systemu GX3) 2. System syntetycznej wizji (badania systemu PFC). 3. System antykolizyjny (badania systemu PFC). 4. Detektor burzowy (badania systemu TWR). 5. Zintegrowany układ ADAHRS-G (badania systemu X-Sense)

3.3. Płatowce

3.3.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	44 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	11 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	57 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	15 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany/pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1476&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.3.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	MB	Aerodynamika obiektów latających	30	15	15	0	60	4	N	
1	DJ	Angielska terminologia lotnicza 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	FC	Fizyka współczesna	30	0	15	0	45	3	N	
1	ML	Mechanika lotu 1	30	15	15	0	60	4	T	
1	ML	Metody numeryczne w budowie i eksploatacji konstrukcji lotniczych	30	0	30	0	60	4	N	
1	ML	Metody numeryczne w projektowaniu samolotów	0	0	0	30	30	2	N	
1	MI	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	15	0	30	0	45	3	N	
1	FM	Wybrane działy matematyki 1	30	30	0	0	60	4	T	
1	ML	Wytrzymałość konstrukcji lotniczych	30	15	15	0	60	4	T	
Sumy za semestr: 1			195	105	120	30	450	30	3	1
2	MI	Angielska terminologia lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	ML	Historia techniki kosmicznej	30	0	0	0	30	3	N	
2	ML	Komputerowe metody modelowania płatowców	15	0	30	0	45	3	N	
2	ML	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
2	ML	Numeryczne modelowanie dynamiki lotu statku powietrznego	15	0	30	0	45	3	N	
2	ML	Optymalizacja konstrukcji lotniczych	15	30	0	0	45	4	T	
2	ML	Podstawy dynamiki lotu statków kosmicznych	15	0	0	15	30	2	T	
2	ML	Systemy projektowania samolotów	30	0	15	30	75	5	T	
2	ML	Współczesne lotnicze zespoły napędowe	15	0	15	15	45	2	N	
2	MP	Współczesne technologie lotnicze	15	15	0	0	30	2	N	
2	FM	Wybrane działy matematyki 2	15	15	0	0	30	2	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne	0	15	0	0	15	0	N	
Sumy za semestr: 2			165	105	120	60	450	30	3	1
3	MI	Angielska terminologia lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
3	ML	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	ML	Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu samolotów	0	30	0	0	30	1	N	
3	ZH	Przedmiot humanistyczny: socjologia, etyka	30	0	0	0	30	2	N	
3	ML	Seminarium dyplomowe (płatowce)	0	0	0	30	30	2	N	
3	ML	Technika eksperymentu	0	0	30	0	30	1	N	
3	ML	Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	30	0	0	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 3			60	60	30	30	180	30	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			420	270	270	120	1080	90	6	2

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

3.3.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
---	---

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	1
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	2 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	126 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	22
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	10 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	3.30 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	15 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	12
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	10 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	93 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	49 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1476&C=2019>

3.3.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1476&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Aerodynamika obiektów latających	K_W01, K_W04, K_W06, K_W08, K_W09, K_U01, K_U04, K_U07, K_U08, K_U10, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Aerodynamika małych prędkości I: Opływ brył smukłych w napływie osiowym i na kącie natarcia. Metoda rozkładu źródeł. Metoda pierścieni wirowych. Charakterystyki brył/kadłubów na kącie natarcia. Interferencja płata i profilu ze ścianami tunelu aerodynamicznego. Poprawki dla kąta natarcia i dla oporu profilowego i indukowanego. Interferencja płata i kadłuba, interferencja płata z usterzeniem • Aerodynamika małych prędkości II: Uogólniona metoda powierzchni nośnej GVLN, Metoda panelowa dla konfiguracji trójwymiarowych • Przepływy ściśnięte I: Zlinearyzowane przepływy naddźwiękowe. Linearyzacja równania Bernoulliego dla osrodka ściśniętego. Rozkłady ciśnienia na profilu. Wzory Ackereta. Teoria cienkiego płata w przepływie naddźwiękowym. Naddźwiękowa i poddźwiękowa krawędź natarcia. Strefy wpływu. Metoda powierzchni nośnej dla płatów w przepływie naddźwiękowym. Dekompozycja opływu płata na opływ szkieletowej i formy symetrycznej. Rozkłady obciążeń • Opływ osiowo-symetryczny strumieniem naddźwiękowym: Opór falowy. Reguła równoważności. Oswaitsha-Kuene-Warda. „Reguła pol” Whitcomb. Bryła o minimalnym oporze falowym • Przepływy ściśnięte II: Przepływy hipersoniczne: Hipersoniczna fala uderzeniowa. Warstwa uderzeniowa. Opływ brył smukłych i zatepionych strumieniem hipersonicznym. Jonizacja osrodka, Teorie Newtona i Newtona-Leesa dla przepływów hipersonicznych. Hipoteza stożków stycznych. Hipersoniczna warstwa przyścienna. Aerodynamiczne nagrzewanie ciał i metody jego redukcji • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: cienki profil w przepływie nieustalonym. Funkcja Theodorsena. Efekt Küssnera. Przeciągnięcie dynamiczne. • Obliczanie rozkładu ciśnienia na bryle osiowo-symetrycznej • Wyznaczanie interferencji kadłuba z płatem nośnym • Obliczanie rozkładu ciśnienia na różnych typach profili metoda panelowa • Obliczanie rozkładu ciśnienia na płacie nośnym metoda panelowa • Obliczenia rozkładu, prędkości ciśnienia, temperatury, na profilu w przepływie naddźwiękowym z wykorzystaniem teorii skończonych fal uderzeniowych i metody charakterystyk. • Obliczenia rozkładu obciążenia dla brył tępych w przepływie hipersonicznym • Pomiar rozkładu ciśnienia na bryle osiowo-symetrycznej • Wyznaczanie charakterystyk skrzydła o małym wydłużeniu (delta) na podstawie pomiarów w tunelu aerodynamicznym. Wizualizacja opływu płata delta przy różnych kątach natarcia. • Wzorcowanie kierunkowej sondy pneumatycznej • Wzorcowanie sondy termooptomietrycznej • Pomiar parametrów warstwy przyściennej metodą termooptomietryczną • Badanie przepływów naddźwiękowych metodą analogii płytkiej wody • Wyznaczanie rozkładu obciążenia na płacie cienkim o skończonym wydłużeniu w przepływie naddźwiękowym. (Obliczenia komputerowe) 	
Angielska terminologia lotnicza 1	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> Funkcje i zastosowanie urządzeń GPS. Słuchanie ze zrozumieniem: zastosowanie systemu GPS. Przydatne wyrażenia - ćwiczenia leksykalne. • Zastosowanie nowo technologii - praca z tekstem. Czytanie i słuchanie - kosmiczne windy. Ćwiczenia leksykalne, produkcja - wyrażanie opinii na dany temat. • Podkreślenie zalet technicznych urządzeń - czytanie i mówienie: Otis - technologie zastosowane w nowoczesnych windach. Ćwiczenia leksykalne. Rozumienie tekstu ze słuchu. • Upraszczenie i ilustrowanie skomplikowanych wyjaśnień technicznych. Analiza dłuższych opisów technicznych. Praca z tekstem. Rozumienie tekstu ze słuchu. • Materiały i ich właściwości - praca z tekstem. Długość życia produktu - rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Czytanie i słuchanie ze zrozumieniem: odzyskiwanie energii podczas hamowania. Właściwości materiałów. Słuchanie i czytanie ze zrozumieniem: włókno kevlar. • Jakość produktu - zwroty i wyrażenia. Części składowe i ich montaż. Rozumienie ze słuchu - cele nowego projektu technicznego. • Techniki produkcyjne. Pisanie - opis technik produkcyjnych i ich wady i zalety. Czytanie i rozumienie ze słuchu: cięcie strumieniowe. Ćwiczenia leksykalne. • Rodzaje łączy i mocowań - ćwiczenia leksykalne. Opis problemów technicznych: problemy techniczne. Praca z tekstem, analiza tekstu, mówienie, czytanie, słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. • Warunki atmosferyczne w aspekcie lotniczym. Czytanie i słownictwo. • Zasady pilotowania samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Podstawowa budowa statku powietrznego. Czytanie, słownictwo. • Awaria - opis uszkodzeń i sposoby naprawy. Studium przypadku - wyciek paliwa w samolocie Airbus A 330. 	
Angielska terminologia lotnicza 2	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> Budowa kadłuba. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Konstrukcja skrzydeł. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Powierzchnie sterowe. Czytanie, słuchanie, słownictwo. • Podwozie samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Wprowadzenie do napędów lotniczych. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Silnik tłokowy - komponenty i zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Usprawnienia i poprawki. Przedstawianie problemów. Sugestie dotyczące usprawnień technicznych. Rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. Dyskusja. • Omówienie napraw i konserwacji. Ćwiczenia leksykalne. Analiza tekstu słuchanego i czytanego. • Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Silnik turbosmigłowy. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Odczyty danych z urządzeń. Praca z tekstem, czytanie, mówienie i słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. • Wprowadzenie do napędu odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Rodzaje napędu odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie. 	
Angielska terminologia lotnicza 3	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> Cykli pracy silnika odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Sprężarka odśrodkowa. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Sprężarka osiowa. Czytanie, słuchanie, słownictwo. • Turbiny. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Wprowadzenie do komór spalania. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Rodzaje komór spalania cz. I. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Rodzaje komór spalania cz. II. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Typy układów wydechowych. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Podstawowa budowa helikopterów. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Helikoptery - zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie. • Przyczyny uszkodzeń i wad technicznych. • Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne. 	
Fizyka współczesna	K_W02, K_U01, K_U04, K_U07, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Równania Maxwella, fale elektromagnetyczne, równanie fal elektromagnetycznych, kwantowa natura światła, hipoteza Plancka. Zjawisko Comptona. Korpuskularno-falowa struktura materii. Hipoteza de Broglie'a, doświadczenie Davisonna-Germiera, zasada nieoznaczoności Heisenberga. • Funkcja falowa, interpretacja funkcji falowej, równanie Schrodingera, kwantowanie wielkości fizycznych, atomy wieloelektronowe, zasada Pauliego, promienie X, lasery. Kwantowa transmisja informacji (kubity, kuditly). Idea komputera kwantowego. • Materia skondensowana: rodzaje kryształów, poziomy i pasma energetyczne, metale i półprzewodniki. Nowe materiały we współczesnej technice lotniczej. • Budowa jądra atomowego, oddziaływania jądrowe, rozpady jądrowe, reakcje jądrowe, defekt masy, równoważność masy i energii. Energetyka jądrowa. • Rozwój nowoczesnych metod badawczych, przyrządów pomiarowych i ich wpływ na rozwój fizyki współczesnej i techniki, nanotechnologia. 	
Historia techniki kosmicznej	
<ul style="list-style-type: none"> Zarys historii podboju kosmosu • Okoloziemskie bazy satelitarne • Odzyskiwalne systemy kosmiczne • Powiązania między wynalazkami • Wojskowe użycie przestrzeni kosmicznej • Środki przeżycia w przestrzeni kosmicznej • Podróże międzyplanetarne 	
Komputerowe metody modelowania płatowców	K_W04, K_W05, K_W06, K_W08, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka procesu projektowania samolotu, etapy, algorytmy, rola modelu obliczeniowego, efektywne i zautomatyzowane narzędzia i metody modelowania charakterystyk samolotu, multidyscyplinarny model obliczeniowy, optymalizacja modelu obliczeniowego. • Rodzaje modeli stosowanych w projektowaniu samolotu. Model topologiczny, wybór układu samolotu, modele parametryczne. • Modelowanie parametryczne geometrii samolotu. Modelowanie elementów konstrukcyjnych i strukturalnych. Wybór układu konstrukcyjnego i strukturalnego. Metody optymalizacji. • Modelowanie konstrukcji - wykorzystanie technik MES. Modelowanie charakterystyk masowych samolotu. • Modelowanie charakterystyk aerodynamicznych. Wykorzystanie technik CFD. • Modelowanie charakterystyk zespołu napędowego. Wybór i optymalizacja zespołu napędowego. • Modelowanie charakterystyk osiągowych. Model misji. Optymalizacja charakterystyk operacyjnych samolotu. • Wykorzystanie modeli obliczeniowych w procesie projektowania samolotu. Techniki MDO oraz optymalizacji multykryterialnej. • Narzędzia i metody modelowania charakterystyk technicznych samolotu. • Geometryczny model parametryczny samolotu. • Parametryczny model CAD. • Modelowanie elementów strukturalnych. Model MES. • Modelowanie charakterystyk aerodynamicznych. Profil, skrzydło. • Model aerodynamiczny samolotu. • Model zespołu napędowego. • Model osiągowy, model misji. • Model kryteriów oceny. Model kosztów. • Model MDO samolotu. • Wybór wybranych parametrów samolotu stosując technikę MDO oraz podejście multykryterialne. 	
Mechanika lotu 1	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Charakterystyki atmosfery, atmosfera standardowa, warunki niestandardowe, wysokość ciśnieniowa. Pomiar wysokości i prędkości lotu - machometrem. • Siły aerodynamiczne działające na samolot, minimalny opór aerodynamiczny, prędkość VMD, minimalna moc niezbędna, prędkość minimalnej mocy VemP. Zależności aerodynamiczne, biegunowa analityczna, doskonałość aerodynamiczna. • Charakterystyki osiągowe lotniczych zespołów napędowych. Zużycie paliwa. Wpływ czynników zewnętrznych oraz poziomu mocy. Modele obliczeniowe zespołów napędowych. • Osiągi przelotowe: zasięg jednostkowy (SAR), jednostkowa długość trwania lotu (SE), SAR oraz SE dla samolotu z napędem odrzutowym. Scenariusze realizacji przelotu. • Analiza charakterystyk przelotowych samolotu z napędem odrzutowym dla scenariuszy: 1) Cruise-Climb, 2) M=const, α=const, 3) p=const, M=const. • Optymalne parametry przelotowe samolotu z napędem odrzutowym dla 3 analizowanych scenariuszy. Porównanie scenariuszy realizacji przelotu. Wpływ masy, wysokości przelotowej i temperatury na zasięg. • Zasięg i długość trwania 	

lotu samolotu z napędem śmigłowym oraz mieszanym. • Osiągi samolotu w fazie wznoszenia i schodzenia z wysokości przelotowej. • Minimalizacja zużycia paliwa, czasu i kosztów w fazie wznoszenia i schodzenia samolotu. • Start i lądowanie samolotu. Ograniczenia samolotu wpływające na charakterystyki osiągowe w fazie startu i lądowania: ograniczenia masy, ograniczenia środowiskowe, ograniczenia zespołu napędowego, ograniczenia pasa startowego. • Start samolotu: fazy, analiza prędkości, ograniczenia pasa, czynniki zewnętrzne, siły działające na samolot, niezbędna długość drogi startowej. • Lądowanie samolotu: fazy, oszacowanie długości lądowania, wpływ czynników zewnętrznych. • Osiągi manewrowe samolotu. Obwódka manewrowe samolotu. Analiza manewrowych podłużnych i bocznych osiągi manewrowe samolotu transportowego. • Szacowanie osiągi samolotu na podstawie pomiarów w locie. Wyznaczenie osiągi przelotowych, w fazie wznoszenia i schodzenia oraz w trakcie startu i lądowania. • Planowanie lotu: wykorzystanie danych osiągowych, wymagania certyfikacyjne, zestawienie najważniejszych charakterystyk osiągowych, zależność masy handlowej od zasięgu, procedury operacyjne, przykłady zastosowania. • Wyznaczenie charakterystyk atmosfery dla warunków standardowych i poza standardowych. • Charakterystyk osiągiowe i zużycia paliwa lotnicznych zespołów napędowych. • Wyznaczenie odległości pokonanej przez samolot w fazie przelotowej dla założonego scenariusza realizacji przelotu. Wyznaczenie optymalnych warunków przelotowych. • Wyznaczenie charakterystyk osiągowych samolotu w fazie wznoszenia i schodzenia z wysokości przelotowej. Ocena wpływu masy samolotu i czynników zewnętrznych (poza standardowe warunki atmosferyczne, wiatr). • Start i lądowanie samolotu. Analiza ograniczeń wpływających na charakterystyki osiągiowe w fazie startu i lądowania – zajęcia problemowe. • Wyznaczenie charakterystyk samolotu w fazie startu lub lądowania. Analiza wpływu masy i czynników zewnętrznych. • Wyznaczenie możliwości manewrowych samolotu w trakcie wykonywania manewrów podłużnych i bocznych – obwódka możliwości manewrowych. • Szacowanie osiągi samolotu na podstawie pomiarów w locie – zajęcia warsztatowe. • Modelowanie charakterystyk atmosfery dla warunków standardowych i poza standardowych. • Modelowanie charakterystyk osiągowych i zużycia paliwa lotnicznych zespołów napędowych. • Modelowanie lotu samolotu w fazie przelotowej. • Modelowanie wybranych fragmętów lotu samolotu w fazie wznoszenia lub schodzenia z wysokości przelotowej. Modelowanie przelotu samolotu. • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu z uwzględnieniem czynników zewnętrznych (warunki pasa, warunki pogodowe). • Modelowanie matematyczne wybranych manewrów symetrycznych i niesymetrycznych samolotu. • Metody i narzędzia wykorzystywane w badaniach w locie.	
Metoda elementów skończonych	
• Modelowanie elementów struktur cienkościennych, modelowanie struktur półkorupowych, poddanych działaniu ciśnienia oraz obciążeni gnących i skracającym. • Modelowanie lotnicznych struktur nośnych (model skrzydła, kadłuba, usterzenia). • Modelowanie skomplikowanych elementów brylowych metodami parametrycznymi oraz przy zastosowaniu modyfikacji geometrycznych w środowisku Matlab. • Opracowanie programu rozwiązania układu równań o określonych cechach (macierz pełna, macierz rzadka, macierz diagonalna). • Rozwiązanie problemów aproksymacji i interpolacji wyników badań. • Opracowanie programów całkowania numerycznego wybraną metodą. • Procedury różniczkowania numerycznego i ich wykorzystanie do rozwiązania zadań z eksploatacji. • Wprowadzenie do środowiska Simulink i Tworzenie prostych schematów symulacyjnych urządzeń technicznych i wykonywanie symulacji.	
Metody numeryczne w budowie i eksploatacji konstrukcji lotniczych	K_W01, K_W04, K_W05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U13, K_K02
• Wprowadzenie do problematyki obliczeń numerycznych. • Wprowadzenie do modelowania w środowisku Matlab. • Rozwiązywanie równań liniowych w odniesieniu do problemów projektowania. • Metody rozwiązywania układów równań liniowych. • Problemy aproksymacji i interpolacji w zastosowaniu do zagadnień technicznych (projektowanie i badania). • Całkowanie numeryczne oraz jego techniczne wykorzystanie. • Różniczkowanie numeryczne z aspektami wykorzystania w zagadnieniach technicznych. • Wykorzystanie środowiska Matlab Simulink do rozwiązania problemów modelowania i symulacji procesów technicznych. • Zapoznanie ze środowiskiem Matlab oraz jego możliwościami. • Opracowanie programu rozwiązania równania liniowego jednej zmiennej w środowisku Matlab. • Opracowanie programu rozwiązania układu równań o określonych cechach (macierz pełna, macierz rzadka, macierz diagonalna). • Rozwiązanie problemów aproksymacji i interpolacji wyników badań. • Opracowanie programów całkowania numerycznego wybraną metodą. • Procedury różniczkowania numerycznego i ich wykorzystanie do rozwiązania zadań z eksploatacji. • Wprowadzenie do środowiska Simulink i Tworzenie prostych schematów symulacyjnych urządzeń technicznych i wykonywanie symulacji.	
Metody numeryczne w projektowaniu samolotów	K_W01, K_W03, K_W04, K_U06, K_U08, K_U13, K_K03
• Wprowadzenie do metod numerycznych (m.n.) - definicja, klasyfikacja, rola m.n. w projektowaniu technicznym. • Etapy realizacji implementacji numerycznej - opis matematyczny, interpretacja graficzna, schemat blokowy algorytmu, kod wykonawczy programu komputerowego. • Obsługa oraz programowanie w środowisku Matlab. • Metody numeryczne i ich praktyczna aplikacja - wyznaczanie zer metodami iteracyjnymi. • Metody numeryczne i ich praktyczna aplikacja - metody aproksymacji. • Metody numeryczne i ich praktyczna aplikacja - metody całkowania numerycznego. • Metody numeryczne i ich praktyczna aplikacja - metody rozwiązywania równań i układów równań liniowych.	
Numeryczne modelowanie dynamiki lotu statku powietrznego	K_W04, K_W05, K_W06, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_K02
• Wprowadzenie. Założenia modelu fizycznego samolotu. Układy współrzędnych. Określenie równań ruchu samolotu. • Określenie sił i momentów działających na samolot. Siły i momenty aerodynamiczne - składniki od wychylenia powierzchni sterowych. • Odpowiedź samolotu. Postać równań ruchu zgodna do analizy odpowiedzi samolotu na sterowanie lub wymuszenia zewnętrzne. • Odpowiedź samolotu na sterowanie podłużne. Metody rozwiązania równań ruchu. • Odpowiedź samolotu na sterowanie niesymetryczne. Metody rozwiązania równań ruchu. • Lot w atmosferze turbulentnej. Modele turbulencji. Model podmuchu. Uproszczenia modelu samolotu. • Odpowiedź samolotu na pojedynczy, symetryczny podmuch pionowy. • Zagadnienie odwrotne w dynamice lotu. Metody rozwiązania zagadnienia odwrotnego. • Podłużne charakterystyki aerodynamiczne samolotu. Wpływ zespołu napędowego. Wpływ wychylenia steru usterzenia poziomego na aerodynamiczne siły i momenty. • Podłużne pochodne aerodynamiczne względem zmian prędkości i wychyleń powierzchni sterowych. • Boczne charakterystyki samolotu. Wpływ zespołu napędowego. Wpływ wychylenia lotek i steru kierunku. • Pochodne aerodynamiczne boczne, względem zmian prędkości i wychyleń powierzchni sterowych. • Matematyczne sformułowanie problemu badania odpowiedzi samolotu na sterowanie w kanale pochylania. Klasyczne metody rozwiązania. • Odpowiedź samolotu na sterowanie w kanale pochylania, dla niewielkich kątów wychyleń powierzchni sterowych. • Przykładowe rozwiązania. • Matematyczne sformułowanie problemu badania odpowiedzi samolotu na sterowanie w kanale przechyłania i odchylenia. Klasyczne metody rozwiązania. • Odpowiedź samolotu na sterowanie w kanale przechyłania i odchylenia, dla niewielkich kątów wychyleń powierzchni sterowych. • Przykładowe rozwiązania. • Modele podmuchu. Matematyczne sformułowanie problemu odpowiedzi samolotu na niewielki podmuch pionowy - postać równań ruchu, założenia i uproszczenia. • Matematyczne sformułowanie problemu odpowiedzi samolotu na niewielki podmuch boczny - postać równań ruchu, założenia i uproszczenia. • Analiza odpowiedzi samolotu na niewielki podmuch o profilu sinusoidalnym. • Matematyczne sformułowanie problemu zagadnienia odwrotnego - model symulacyjny. • Rozwiązania zagadnienia odwrotnego dla prostego manewru symetrycznego.	
Podstawa dynamiki lotu statków kosmicznych	K_W05, K_W06, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_K02, K_K04
• Wprowadzenie. Historia rozwoju techniki kosmicznej. • Układ słoneczny, podstawy mechaniki ciał niebieskich, terminologia. Pomiar czasu. Nocne niebo. • Mechanika orbitalna: zagadnienie dwóch ciał, prawa Keplera, prawo powszechnego ciążenia, prawo grawitacji Newtona, orbity eliptyczne, charakterystyki torów lotu, elementy orbity eliptycznej. • Mechanika orbitalna: zagadnienie Hohmanna, prędkości kosmiczne, manewry orbitalne przy wykorzystaniu silników o małym ciągu, impulsowa zmiana orbity. • Loty międzyplanetarne: planowanie misji, międzyplanetarny manewr transferowy Hohmanna, trajektorie planetarne, lot w kierunku Marsa, lot w kierunku Wenus. • Podstawy napędu raketowego: historia rozwoju napędów raketowych, efektywność napędu raketowego, napęd chemiczny, napędy elektryczne, napędy jądrowe i termojądrowe, inne napędy. • Ruch rakiety: opis przestrzennego ruchu rakiety, równania ruchu rakiety o zmiennej masie. • Start rakiety z obracającą się silniczką, typowe trajektorie rakiet. Rakiet jedno- i wielostopniowe, optymalny podział stopni. • Wprowadzenie do dynamiki obiektów kosmicznych z wykorzystaniem oprogramowania MatLab. • Masa, siła i prawo powszechnego ciążenia. Obliczenia na wektorach. • Lot balistyczny w próżni. Obliczenia numeryczne. • Układy odniesienia. Wyznaczenie macierzy przejścia. • Ruch względny i zagadnienia z nim związane. • Problem dwóch ciał. Orbity kołowe, eliptyczne i paraboliczne. Prawa Keplera. • Problem n-ciał. Numeryczne obliczanie całek. Model układu słonecznego. • Punkty Lagrange'a. Wyznaczenie LP dla układu Jowisz-Słońce.	
Praca dyplomowa	K_W08, K_W10, K_U01, K_U04, K_K01, K_K03
• posiada uporządkowaną wiedzę na temat materiałów inżynierskich, technik wytwarzania, technologii oraz metod pomiarowych stosowanych w lotnictwie umożliwiającą prowadzenie własnego złożonego projektu • ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu samolotów • potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (także w języku obcym), integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie • potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego i przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji tego zadania a także przedstawić krótką prezentację dotyczącą zadania, wyników i wniosków • potrafi rozwiązywać postawione w ramach pracy inżynierskiej zadania inżynierskie wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne • poprzez samodzielne wykonanie pracy inżynierskiej rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się - podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych • korzystając z wielu źródeł wiedzy ma świadomość ważności zachowania się w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej	
Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu samolotów	K_W07, K_W10, K_U04, K_K01
• Podstawy prawa w Polsce, źródła prawa, system ustawodawczy w Polsce • Przepisy lotnicze. Specyfikacje certyfikacyjne - CS Samoloty duże. Emisja z silników i upust paliwa. Hałas. APU. Użytkowanie we wszystkich warunkach pogodowych. Smigła Silniki. Użytkowanie we wszystkich warunkach pogodowych. • Europejskie normy techniczne. Ważniejsze definicje i skróty w normach. • Ogólne normy spełniania wymagań • Szybowce i motoszybowce. samoloty kat. normalnej, użytkowej, akrobacyjnej i transportu lokalnego. Wiroplaty małe i duże. samoloty bardzo lekkie.	
Seminarium dyplomowe (płatowce)	K_W09, K_W10, K_U02, K_U06, K_K03
• ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu dyscyplin związanych z projektowaniem i badaniami silników lotniczych • przygotowując pracę i korzystając z baz danych ma podstawową wiedzę ochrony własności intelektualnej i prawa patentowe • posługuje się językiem technicznym właściwym dla dziedziny bad • prezentując wyniki swoich badań rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu (m.in. poprzez środki masowego przekazu) informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i nabywa umiejętność przekazywania wiedzy w sposób zrozumiały	
Technika eksperymentu	K_W02, K_W05, K_W09, K_U03, K_K02
• Metodyka prowadzenia badań doświadczalnych - wprowadzenie. • Przygotowanie teoretyczne do eksperymentu. • Wybór metody badawczej. • Zestawienie aparatury pomiarowej i zapewnienie warunków prowadzenia badań. • Systematyczność pomiarów i powtarzalność wyników. • Zbieranie wyników badań i pomiarów. • Opracowanie wyników. Statystyka. • Sprawozdawczość.	
Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	K_W03, K_U07, K_K02
• Sygnały. Podstawowe pojęcia. Sygnały deterministyczne i losowe. Kodowanie przebiegów czasowych. Cyfrowy zapis sygnałów analogowych. Przetworniki analogowo-cyfrowe, cyfrowo analogowe. Przekształcanie i analiza częstotliwościowa sygnałów. Transformata Fouriera. Filtracja. Cel stosowania filtracji. Filtry analogowe. Filtry cyfrowe. Projektowanie i optymalizacja filtru. Modelowanie. Matematyczny sposób opisu obiektów rzeczywistych. Modele parametryczne i nieparametryczne. Klasy modeli procesów. Identyfikacja. Podstawowe pojęcia. Metody identyfikacji. Identyfikacja Charakterystyk statycznych i dynamicznych, problem deterministyczny i probabilistyczny. Eksperyment. Eksperyment czynny i bierny. Planowanie eksperymentu. Estymacja. Teoria Estymacji. Estymatory. Estymacja parametrów metodą najmniejszych kwadratów. Błędy w procesie przetwarzania sygnałów i ich ocena. • Projektowanie i analiza filtrów analogowych. Filtr Butterworth'a. Projektowanie i analiza filtrów cyfrowych. Filtry o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej. Transformacja sygnałów w dziedzinie częstotliwości. Transformata Fouriera Modelowanie obiektów i procesów. Matematyczny model liniowy i nieliniowy ruchu samolotu. Eksperyment. Zbieranie danych pomiarowych plan eksperymentu, na przykładzie nieliniowego modelu ruchu samolotu. Identyfikacja charakterystyk. Identyfikacja charakterystyk samolotu. Estymacja parametrów. Estymacja parametrów matematycznego modelu ruchu samolotu	
Współczesne lotnicze zespoły napędowe	K_W08, K_W09, K_U01, K_U10, K_K04
• historia i tendencje rozwojowe silników lotniczych • rozwój silników tłokowych • rozwój silników turbinowych • akty prawne wymuszające zmianę w konstrukcji silników lotniczych • sprawozdania zaliczeniowe • ćwiczenia rachunkowe i techniczne • umiarowane ekspertyzy statyczne i brylowe i turbiny • projekty z zagadnień dotyczących rozwoju silników turbinowych • projekty z zakresu zagadnień dotyczących rozwoju silników turbinowych • projekty z zakresu rozwoju technik eksploatacji silnika • Laboratorium z zakresu rozwoju konstrukcji lotniczych	
Współczesne technologie lotnicze	K_W01, K_W03, K_W04, K_U04, K_U08, K_U11, K_K01, K_K03
• Ocena zdolności materiałów do przejmowania odkształceń plastycznych w procesach obróbki na zimno oraz na gorąco. • Sposoby kształtowania materiałów trudno odkształcalnych oraz materiałów o specjalnych właściwościach. • Kierunki rozwoju procesów plastycznego kształtowania metali oraz tworzyw polimerowych. • Bazy danych materiałowych oraz bazy znormalizowanych części przyrządów do obróbki metali i tworzyw polimerowych. • Modelowania numeryczne procesów kształtowania. • Zastosowanie technik CAX. • Recykling. • Analiza dostępnych baz materiałowych oraz baz znormalizowanych części konstrukcyjnych oprzyrządowania technologicznego. • Modelowanie numeryczne procesu	

kształtowania wybranej części samolotu. • Wycieczki dydaktyczne do wybranych producentów elementów dla przemysłu lotniczego - analiza stopnia innowacyjności.	
Wybrane działy matematyki 1	K_W01, K_U08
• 1. Układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. Układy kramerowskie. Wzory Cramera. Metoda eliminacji Gaussa. 2. Równania różniczkowe zwyczajne. Definicje, przykłady, całka szczególna i ogólna równania, zagadnienie Cauchy'ego. Przegląd wybranych równań rzędu pierwszego: o zmiennych rozdzielonych, równania liniowe (metoda przewidywań i metoda uziemiennia stałej), równanie Bernoulliego, równania zupełne, równania różniczkowe wyższych rzędów. Metody sprowadzania niektórych typów równań rzędu II-go do równań rzędu I-go, równania liniowe wyższych rzędów, równania różniczkowe liniowe o stałych współczynnikach, równanie Eulera. Układy równań liniowych. 3. Szeregi liczbowe, potęgowe i trygonometryczne. Przypomnienie i uzupełnienie wiadomości dotyczących szeregów liczbowych (definicja, zbieżność, warunek konieczny zbieżności, kryteria zbieżności, szeregi przemienne). Definicja szeregu potęgowego, promień i twierdzenie Dirichleta. Rozwinięcie funkcji w szereg Fouriera. 4. Rachunek różniczkowy i całkowy funkcji wielu zmiennych. Granica, ciągłość, różniczka, pochodne cząstkowe I-szego i wyższych rzędów. Ekstrema lokalne, globalne i warunkowe funkcji wielu zmiennych. Funkcje uwikłane: pochodne, ekstrema lokalne. Całki wielokrotne i ich zastosowanie. 5. Funkcje zespolone. Krzywe i obszary na płaszczyźnie zespolonej. Ciągi i szeregi o wyrazach zespolonych. Funkcje zespolone zmiennej rzeczywistej. Funkcje elementarne zmiennej zespolonej. Pochodna i całka funkcji zmiennej zespolonej. Punkty osobliwe, szereg Laurenta, residuum. 6. Przekształcenia całkowite. Transformata Laplace'a. Właściwości transformaty Laplace'a, transformata spłotu funkcji. Wyznaczanie transformaty prostej i odwrotnej (metoda rozkładu na ułamki proste, metoda residuów, metoda spłotów). Zastosowanie do rozwiązywania równań różniczkowych i układów równań różniczkowych. Przekształcenie Fouriera.	
Wybrane działy matematyki 2	K_W01, K_U08
• 1. Równania różniczkowe cząstkowe. Definicja, klasyfikacja, metody rozwiązywania wybranych równań: rozwiązania ogólne i szczególne. 2. Rachunek prawdopodobieństwa. Zmienne losowe jednowymiarowe i ich parametry. Funkcje zmiennych losowych. Zmienne losowe wielowymiarowe, niezależność zmiennych losowych i ich parametry. Elementy teorii korelacji: regresja typu pierwszego, regresja typu drugiego. 3. Statystyka. Statystyka opisowa, szereg rozdzielczy. Badania statystyczne, estymacja punktowa i przedziałowa. Weryfikacja hipotez. Testy zgodności, testy do weryfikacji hipotez dotyczących wartości średniej i odchylenia standardowego. 4. Podstawowe wiadomości o procesach stochastycznych. Definicja, procesy stacjonarne, procesy o przyrostach niezależnych. Przykłady: proces Wienera, proces Poissona.	
Wychowanie fizyczne	K_K01, K_K02
• Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m) i pomiar składu ciała (Tanita).	
Wytrzymałość konstrukcji lotniczych	
• Podstawy klasycznej teorii sprężystości Równania równowagi Naviera: • Badanie stanu naprężenia, naprężenia główne, niezmienniki tensora naprężenia • Geometryczna teoria stanu odkształcenia, związki różniczkowe między odkształceniami i przemieszczeniami • Równania nierozdzielności odkształceń, badania stanu odkształcenia w otoczeniu zadanego punktu • Związki konstytutywne pomiędzy składowymi stanu naprężenia i odkształcenia • Uogólnione prawo Hooke'a i jego przypadki szczególne • Prawo zmiany objętości oraz prawo zmiany postaci w zapisie macierzyowym i tensorowym • Podstawowe równania teorii plastyczności. Ciałło nelińowo-sprężyste i ciało plastyczne • Intensywność naprężenia i odkształceń. Modele ciał sprężysto-plastycznych, warunek plastyczności. • Prawo plastycznej zmiany postaci. Teoria Hencky - Illiuszyna, Levy - Misesa, Prandtl'a Reussa • Zarys teorii stateczności. Metody badania ustrojów: metoda analizy równowagi, metoda energetyczna, podział zagadnień stateczności konstrukcji, wyoboczenie gęsto-skrajne i skrajne profile otwartych • Obciążenia krytyczne płyt i powłok – omówienie wyników. Praca konstrukcji po utracie stateczności, lokalne zniszczenie płyt i powłok zebrowanych, praca ściąganej płyty po utracie stateczności	
Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U04
• Wprowadzenie do zarządzania eksploatacją obiektów latających (rys historyczny, analiza problemów, wczesny okres eksploatacji w lotnictwie, zarządzanie techniczne itp.). • Samolot jako obiekt eksploatacji. • Koszty cyklu życia samolotu samolotu. • Podstawy zarządzania eksploatacją obiektów latających (Cel, Rozwój programów eksploatacji, nowoczesne modele eksploatacji np. Maintenance Steering Group (MSG) approach). • Definicje i cele • Wymagania certyfikacyjne przedsiębiorstwa lotniczego • Dokumentacja eksploatacyjna (np. Airplane maintenance manual, illustrated part catalog etc.). • Wymagania procesu eksploatacji. • Organizacja zarządzająca eksploatacją • Obsługa techniczna • Szkolenia • Zarządzanie eksploatacją samolotu (w locie i na ziemi) • Kontrola jakości • Niezawodność • Bezpieczeństwo	

3.4. Silniki lotnicze

3.4.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	46 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	25 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	26 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	15 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany/pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1478&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.4.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Cwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	DJ	Angielska terminologia lotnicza 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	FC	Fizyka współczesna	30	0	15	0	45	3	N	
1	ML	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
1	ML	Metody numeryczne w budowie i eksploatacji konstrukcji lotniczych	30	0	30	0	60	4	N	
1	ML	Metody numeryczne w projektowaniu silników lotniczych	0	0	0	30	30	2	N	
1	ML	Modelowanie osiógów silników lotniczych	30	15	15	0	60	4	T	
1	ML	Napędy statków kosmicznych	30	0	0	15	45	3	N	
1	MT	Technologia silników lotniczych	15	0	15	0	30	2	N	
1	FM	Wybrane działy matematyki 1	30	30	0	0	60	4	T	
1	MD	Wymiana ciepła i masy	30	15	30	0	75	4	T	
Sumy za semestr: 1			195	90	135	45	465	30	3	1
2	MI	Angielska terminologia lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	ML	Historia techniki kosmicznej	30	0	0	0	30	3	N	
2	ML	Maszyny przepływowe	30	15	0	0	45	4	T	
2	ML	Mechanika lotu 2	30	0	15	0	45	2	N	
2	ML	Optymalizacja konstrukcji lotniczych	15	30	0	0	45	4	T	
2	ML	Projektowanie silników lotniczych	15	0	0	45	60	4	N	
2	ML	Spalanie i komory spalania	15	15	0	0	30	2	N	
2	MI	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	15	0	30	0	45	3	N	
2	FM	Wybrane działy matematyki 2	15	15	0	0	30	2	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne	0	15	0	0	15	0	N	
2	ML	Wytrzymałość i dynamika maszyn wirnikowych	30	15	30	0	75	4	T	
Sumy za semestr: 2			195	135	75	45	450	30	3	1
3	MI	Angielska terminologia lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
3	ML	Badanie silników lotniczych	0	0	30	0	30	1	N	
3	ML	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	ML	Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu	0	30	0	0	30	1	N	

		silników lotniczych							
3	ZH	Przedmiot humanistyczny: socjologia, etyka	30	0	0	0	30	2	N
3	ML	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N
3	ML	Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	30	0	0	0	30	2	N
Sumy za semestr: 3			60	60	30	30	180	30	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			450	285	240	120	1095	90	6

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

3.4.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	2
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	4 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	110 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	22
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	10 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	3.30 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	23 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	10
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	1
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	5 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	4
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	63 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	50 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1478&C=2019>

3.4.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1478&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Angielska terminologia lotnicza 1	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> Funkcje i zastosowanie urządzeń GPS. Słuchanie ze zrozumieniem: zastosowanie systemu GPS. Przydatne wyrażenia - ćwiczenia leksykalne. Zastosowanie nowoczesnych technologii - praca z tekstem. Czytanie i słuchanie - kosmiczne windy. Ćwiczenia leksykalne, produkcja i wyrażanie opinii na dany temat. Podkreślenie zalet technicznych urządzeń - czytanie i mówienie: Otis - technologie zastosowane w nowoczesnych windach. Ćwiczenia leksykalne. Rozumienie tekstu ze słuchu. Upraszczenie i ilustrowanie skomplikowanych wyjaśnień technicznych. Analiza dłuższych opisów technicznych. Praca z tekstem. Rozumienie tekstu ze słuchu. Materiały i ich właściwości - praca z tekstem. Długosć życia produktu - rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. Czytanie i słuchanie ze zrozumieniem: odzyskiwanie energii podczas hamowania. Właściwości materiałów. Słuchanie i czytanie ze zrozumieniem: włókno kevlar. Jakość produktu - zwroty i wyrażenia. Części składowe i ich montaż. Rozumienie ze słuchu - cele nowego projektu technicznego. Techniki produkcyjne. Pisanie - opis technik produkcyjnych i ich wady i zalety. Czytanie i rozumienie ze słuchu: cięcie strumieniowe. Ćwiczenia leksykalne. Rodzaje łączy i mocowań - ćwiczenia leksykalne. Opis problemów technicznych: problemy techniczne. Praca z tekstem, analiza tekstu, mówienie, czytanie, słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. Warunki atmosferyczne w aspekcie lotniczym. Czytanie i słownictwo. Zasady pilotowania samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie. Podstawowa budowa statku powietrznego. Czytanie, słownictwo. Awaria - opis uszkodzeń i sposoby naprawy. Studium przypadku - wyciek paliwa w samolocie Airbus A 330. 	
Angielska terminologia lotnicza 2	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> Budowa kadłuba. Czytanie, słownictwo, mówienie. Konstrukcja skrzydeł. Czytanie, słownictwo, mówienie. Powierzchnie sterowe. Czytanie, słuchanie, słownictwo. Podwozie samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie. Wprowadzenie do napędów lotniczych. Czytanie, słownictwo, mówienie. Silnik tłokowy - komponenty i zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie. Usprawnienia i poprawki. Przedstawianie problemów. Sugestie dotyczące usprawnień technicznych. Rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. Dyskusja. Omówienie napraw i konserwacji. Ćwiczenia leksykalne. Analiza tekstu słuchanego i czytanego. Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie. Silnik turbosmigłowy. Czytanie, słownictwo, mówienie. Odczyty danych z urządzeń. Praca z tekstem, czytanie, mówienie i słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. Wprowadzenie do napędu odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie. Rodzaje napędów odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie. 	
Angielska terminologia lotnicza 3	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> Cykl pracy silnika odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie. Sprężarka odśrodkowa. Czytanie, słownictwo, mówienie. Sprężarka osiowa. Czytanie, słownictwo, mówienie. Turbiny. Czytanie, słownictwo, mówienie. Wprowadzenie do komór spalania. Czytanie, słownictwo, mówienie. Rodzaje komór spalania cz. I. Czytanie, słownictwo, mówienie. Rodzaje komór spalania cz. II. Czytanie, słownictwo, mówienie. Typy układów wydechowych. Czytanie, słownictwo, mówienie. Podstawowa budowa helikopterów. Czytanie, słownictwo, mówienie. Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie. Helikoptery - zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie. Przyczyny uszkodzeń i wad technicznych. Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne. 	
Badanie silników lotniczych	K_W05, K_U07, K_U08, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do problematyki badań silników lotniczych Stanowisko badawcze silnika tłokowego i wyznaczenie charakterystyk lotniczych silników tłokowych Badania lotniczych silników elektrycznych Stanowiska badawcze i wyznaczenie charakterystyk lotniczych silników turbinowych Wyznaczenie charakterystyki sprężarki Pomiar hałasu i składu spalin silników lotniczych 	
Fizyka współczesna	K_W02, K_U01, K_U04, K_U07, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Równania Maxwella, fale elektromagnetyczne, równanie fal elektromagnetycznych, kwantowa natura światła, hipoteza Plancka. Zjawisko Comptona. Korpuskularno-falowa struktura materii. Hipoteza de Broglie'a, dowiadczanie Davisona-Germiera, zasada nieoznaczoności Heisenberga Funkcja falowa, interpretacja funkcji falowej, równanie Schrödingera, kwantowanie wielkości fizycznych, atomy wieloelektronowe, zasada Pauliego, promienie X, lasery. Kwantowa transmisja informacji (kubity, kudyty). Idea komputera kwantowego. Materia skondensowana: rodzaje kryształów, poziomy i pasma energetyczne, metale i półprzewodniki. Nowe materiały we współczesnej technice lotniczej. Budowa jądra atomowego, oddziaływania jądrowe, rozpady jądrowe, reakcje jądrowe, defekt masy, równoważność masy i energii. Energetyka jądrowa. Rozwój nowoczesnych metod badawczych, przyrządy pomiarowych i ich wpływ na rozwój fizyki współczesnej i techniki, nanotechnologia. 	
Historia techniki kosmicznej	
<ul style="list-style-type: none"> Zarys historii podboju kosmosu Okoloziemskie bazy satelitarne Odzyskiwalne systemy kosmiczne Powiązania między wynalazkami Wojskowe użycie przestrzeni kosmicznej Srodki przeżycia w przestrzeni kosmicznej Podróże międzyplanetarne 	
Maszyny przepływowo	K_W06
<ul style="list-style-type: none"> Relacje określające wartość współczynnika zmniejszenia mocy dla różnych kształtów łopatek wirnika sprężarki promieniowej. Odmiany konstrukcyjne dyfuzory. Równanie przepływu przez kolektor i dyfuzor. Typy konstrukcyjne układów wylotowych sprężarki promieniowej. Dwustopniowe sprężarki promieniowe - budowa i zasada działania. Przewal i kanał nawrotny. Charakterystyczne parametry i wskaźniki stopnia sprężarki osiowej. Warunki równowagi promieniowej strumienia. Typy prerotacji. Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wylocie wirnika promieniowego w osiowym stopniu sprężającym ze zmienną pracą wzdłuż łopatki. Profilowanie łopatek i typowe profile sprężarkowe. Sprawność stopnia turbiny. Rozkład parametrów strumienia wzdłuż łopatek stopnia turbiny. Wielostopniowe turbiny reakcyjne. Metody wyznaczania charakterystyk turbiny. Chłodzenie łopatek turbin. Interpretacja termodynamiczna pracy wlotu w locie poddźwiękowym i w miejscu. Parametry strumienia na wlocie i wylocie I-go i II-go stopnia dwustopniowej sprężarki promieniowej. Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wylocie wirnika stopnia osiowego ze stałą pracą wzdłuż łopatki. Przeoloty przestrzennej i mechanizm przepływów wtórnych w palisadzie o skończonej wysokości łopatki. Rozkład parametrów strumienia wzdłuż łopatek stopnia turbiny. 	
Mechanika lotu 2	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> Charakterystyki atmosfery, atmosfera standardowa, warunki niestandardowe, wysokość ciśnieniowa. Pomiar wysokości i prędkości lotu 	

machometr. • Siły aerodynamiczne działające na samolot, minimalny opór aerodynamiczny, prędkość VMD, minimalna moc niezbędna, prędkość minimalnej mocy VemP. Zależności aerodynamiczne, biegunowa analityczna, doskonałość aerodynamiczna. • Charakterystyki osiągowie lotniczych zespołów napędowych. Zużycie paliwa. Wpływ czynników zewnętrznych oraz poziomu mocy. Modele obliczeniowe zespołów napędowych. • Osiągi przelotowe: zasięg jednostkowy (SAR), jednostkowa długość trwania lotu (SE), SAR oraz SE dla samolotu z napędem odrzutowym. Scenariusze realizacji przelotu. • Analiza charakterystyk przelotowych samolotu z napędem odrzutowym dla scenariuszy: 1) Cruise-Climb, 2) Mconst, cconst, 3) pconst, Mconst. • Optymalne parametry przelotowe samolotu z napędem odrzutowym dla 3 analizowanych scenariuszy. Porównanie scenariuszy realizacji przelotu. Wpływ masy, wysokości przelotowej i temperatury na zasięg, długość trwania lotu samolotu z napędem śmigłowym oraz mieszczym. • Osiągi samolotu w fazie wznoszenia i schodzenia z wysokości przelotowej. • Minimalizacja zużycia paliwa, czasu i kosztów w fazie wznoszenia i schodzenia samolotu. • Start i lądowanie samolotu. Ograniczenia samolotu wpływające na charakterystyki osiągowie w fazie startu i lądowania: ograniczenia masy, ograniczenia środowiskowe, ograniczenia zespołu napędowego, ograniczenia pasa startowego. • Start samolotu: fazy, analiza prędkości, ograniczenia pasa, czynniki zewnętrzne, siły działające na samolot, niezbędna długość drogi startowej. • Lądowanie samolotu: fazy, oszacowanie długości lądowania, wpływ czynników zewnętrznych. • Osiągi manewrowe samolotu. Obwiednia możliwości manewrowych samolotu. Analiza manewrów podłużnych i bocznych, osiagi manewrowe samolotu transportowego. • Szacowanie osiągow samolotu na podstawie pomiarów w locie. Wyznaczenie osiągow przelotowych, w fazie wznoszenia i schodzenia oraz w trakcie startu i lądowania. • Planowanie lotu i wykorzystanie danych osiągowych, wymagania certyfikacyjne, zestawienie najważniejszych charakterystyk osiągowych z zależnościami modułu handlowego od trybów operacyjnych, przykłady zastosowania. Modelowanie charakterystyk atmosfery dla warunków standardowych i poza standardowych. • Wykorzystanie charakterystyk osiągowych i zużycia paliwa lotniczych zespołów napędowych. • Modelowanie lotu samolotu w fazie przelotowej. • Modelowanie wybranych fragmentów lotu samolotu w fazie wznoszenia lub schodzenia z wysokości przelotowej. Modelowanie przelotu samolotu. • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu z uwzględnieniem czynników zewnętrznych (warunki pasa, warunki pogodowe). • Modelowanie matematyczne wybranych manewrów symetrycznych i niesymetrycznych samolotu. • Metody i narzędzia wykorzystywane w badaniach w locie.	
Metoda elementów skończonych	
• Modelowanie skomplikowanych elementów brylowych metodami parametrycznymi oraz przy zastosowaniu modelowania brylowego • Wstęp do analizy nieliniowej, zastosowanie materiałów o charakterystyce nieliniowej • Analiza zagadnień kontaktowych, modelowanie zespołów węzłów lotniczych struktur nośnych • Analiza wpływu rozszerzalności cieplnej materiału – termobimetale, wpływ rozszerzalności cieplnej na obciążenia konstrukcji • Analiza dynamiki wirujących • Analiza dynamiki konstrukcji – częstości i postacie drgań własnych • Modelowanie zespołów turbin oraz sprzężarek • Modelowanie struktur cienkościennych	
Metody numeryczne w budowie i eksploatacji konstrukcji lotniczych	K_W01, K_W04, K_W05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U13, K_K02
• Wprowadzenie do problematyki obliczeń numerycznych • Wprowadzenie do modelowania w środowisku Matlab • Rozwiązywanie równań liniowych w odniesieniu do problemów projektowania • Metody rozwiązywania układów równań liniowych • Problemy aproksymacji i interpolacji w zastosowaniu do zagadnień technicznych (projektowanie i badania) • Całkowanie numeryczne oraz jego techniczne wykorzystanie • Różniczkowanie numeryczne z aspektami wykorzystania w zagadnieniach technicznych • Wykorzystanie środowiska Matlab Simulink do rozwiązywania problemów modelowania i symulacji procesów technicznych • Zapoznanie ze środowiskiem Matlab oraz jego możliwościami • Opracowanie programu rozwiązywania równania liniowego jednej zmiennej w środowisku Matlab • Opracowanie programu rozwiązywania układu równań o określonych cechach (macierz pełna, macierz rzadka, macierz diagonalna) • Rozwiązywanie problemów aproksymacji i interpolacji wyników badań • Opracowanie programu całkowania numerycznego wybraną metodą • Procedury różniczkowania numerycznego i ich wykorzystanie do rozwiązywania zadań z eksploatacji • Wprowadzenie do środowiska Simulink • Tworzenie prostych schematów symulacyjnych urządzeń technicznych i wykonywanie symulacji	
Metody numeryczne w projektowaniu silników lotniczych	K_W01, K_W03, K_W04, K_U06, K_U08, K_U13, K_K03
• Zapoznanie z metodami programowania obiektowego na przykładzie środowiska Delphi • Metody numeryczne i ich praktyczna aplikacja - metody interpolacji wielomianowej • Metody numeryczne i ich praktyczna aplikacja - metody całkowania numerycznego • Metody numeryczne i ich praktyczna aplikacja - metody rozwiązywania równań liniowych • Metody numeryczne i ich praktyczna aplikacja - wyznaczanie zer metodami iteracyjnymi • Wykożystanie zaawansowanych metod CAD (w systemie CATIA) w procesie projektowania i optymalizacji konstrukcji lotniczych - parametryzacja projektu • Wykożystanie zaawansowanych metod CAD (w systemie CATIA) w procesie projektowania i optymalizacji konstrukcji lotniczych - wykożystanie makr	
Modelowanie osiągow silników lotniczych	K_W01, K_W02, K_W04, K_K02
• Wprowadzenie do problematyki modelowania • Modelowanie czynnika roboczego w silniku lotniczym • Modelowanie charakterystyk zespołów składowych silnika turbinowego • Model i analiza charakterystyk różnych typów silników turbinowych • Modelowanie współpracy zespołów silników w stanach pozabieżeniowych • Modelowanie charakterystyk silników w stanach przejściowych • Metody obliczania właściwości gazów w zależności od temperatury i właściwości gazu • Wyznaczenie charakterystyk osiągowych silnika jednoprzepływowego • Obliczenia charakterystyk silników na podstawie charakterystyk zespołów • Modelowanie osiągow silników turbinowych - ćwiczenia laboratoryjne w środowisku Matlab	
Napędy statków kosmicznych	K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K02
• Podział napędów kosmicznych : silniki strumieniowe (ramjet, scramjet) , silniki raketowe, silniki nie-chemiczne: elektryczne. Obszary zastosowań i główne charakterystyki silników. Podstawowe definicje: ciąg, prędkość wylotowa czynnika , sprawności, charakterystyki zewnętrzne i wewnętrzne. • Chemiczne paliwa do silników raketowych. Rodzaje i właściwości paliw chemicznych. Stałe paliwa raketowe. • Przemiany energetyczne w silnikach raketowych. Charakterystyka czynnika roboczego. Równanie zachowania energii i zmiany pędu. Impuls silnika raketowego. • Przemiany termodynamiczne. • Przepływy gazów raketowych. • Przepływy przez dysze, parametry krytyczne. Zależności parametrów dyszy od wymiarów geometrycznych dyszy. Obliczenia prędkości wypływu i masowego natężenia przepływu. • Krytyczny izentropowy gazów. Ciąg oraz impuls jednostkowy silnika raketowego. Charakterystyki wysokościowe i sprawności silnika. • Procesy spalania w komorach silników raketowych. Spalanie ustalone i nieustalone. Zapłon i regulacja spalania. Spalanie mieszanin dwufazowych. Wtryski i rozpylanie składników paliw ciekłych. Procesy mieszania składników paliw dwufazowych. • Rozruch silników raketowych na paliwo stałe i ciekłe. Niestabilność procesów spalania. Procesy wymiany ciepła w silnikach raketowych. Izolacja termiczna aktywna i pasywna. Charakterystyka układów zasilania silników raketowych na paliwo ciekłe. • Zespoły konstrukcyjne układów zasilania silników na stały i ciekły materiał pędny. Problemy regulacji i sterowania silników raketowych. Projektowanie napędów raketowych. • Raketowe silniki hybrydowe. Struktura napędu. Obszary zastosowań. Analiza charakterystyk. Metody kontroli i sterowania ciążem w silnikach raketowych. Elektryczne zespoły napędowe. Perspektywy i kierunki rozwoju napędów kosmicznych • 1. Projekt silnika strumieniowego. Dobór parametrów obliczeniowych. Wyznaczenie ciągu jednostkowego. 2. Wyznaczenie ciągu statycznego silnika raketowego na paliwo stałe. 3. Wyznaczenie charakterystyki silnika pulsacyjnego na stanowisku badawczym. Pomiar parametrów termo gazodynamicznych. Wyznaczenie ciągu. 4. Projekt silnika raketowego na ciekły materiał pędny. Wyznaczenie obciążenia ciągu. Dobór paliwa. Obliczenia ciągu i impulsu.	
Praca dyplomowa	K_W08, K_W10, K_U01, K_U04, K_K01, K_K03
• posiada uporządkowaną wiedzę na temat materiałów inżynierskich, technik wytwarzania, technologii oraz metod pomiarowych stosowanych w lotnictwie umożliwiającą prowadzenie własnego złożonego projektu • ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu samolotów • potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (także w języku obcym), integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie • potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego i przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji tego zadania a także przedstawić krótką prezentację dotyczącą zadania, wyników i wniosków • potrafi rozwiązywać postawione w ramach pracy inżynierskiej zadania przedmiotowe wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne • poprzez samodzielną pracę inżynierską rozumie i zna możliwości ciąglego dokształcania się • podnosiła kompetencje zawodowych, osobistych i społecznych • korzystając z wielu źródeł wiedzy ma świadomość wagi zachowania się w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej	
Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu silników lotniczych	K_W07, K_W10, K_U04, K_K01
• Podstawy prawa w Polsce, źródła prawa, system ustawodawczy w Polsce • Przepisy lotnicze. Specyfikacje certyfikacyjne - CS.Samoloty duże. Emisja z silników i upust paliwa. Hałas. APU. Użytkowanie we wszystkich warunkach pogodowych. Śmigła Silniki. Użytkowanie we wszystkich warunkach pogodowych. • Europejskie normy techniczne. Ważniejsze definicje i skróty w normach. • Specyfikacje certyfikacyjne CS dla silników. CS-E 10 Zakres stosowania CS-E 15 Terminologia CS-E 20 Konfiguracja i podłączenia Silnika CS-E 25 Instrukcje zapewnienia ciągłej zdatości do lotu CS-E 30 Założenia CS-E 40 Zakresy CS-E 50 Układ Sterowania Silnikiem CS-E 60 Wyposażenie w przyrządy CS-E 70 Materiały i sposoby wytwarzania CS-E 80 Osprzęt CS-E 90 Ochrona przed korozją i pogorszeniem własności CS-E 100 Wytrzymałość CS-E 110 Rysunki i znakowanie części - montaż części CS-E 120 Identyfikacja CS-E 130 Instalacja Przewodów CS-E 140 Próby - konfiguracja Silnika CS-E 150 Próby - Warunki mające zastosowanie we wszystkich próbach CS-E 160 Próby - Historia CS-E 170 Sprawdzanie układów Silnika i podzespołów CS-E 180 Próby działania Śmigła CS-E 190 Silniki do akrobacji i Silniki tłokowe. Konstrukcja. CS-E 210 Analiza Usterek CS-E 230 Odciążenie i zabezpieczenie przed oblodzeniem CS-E 240 Zapłon CS-E 250 Układ paliwowy CS-E 260 Układ chłodzenia Silnika CS-E 270 Układ smarowania CS-E 290 Pokręcanie ręczne • PODCZĘŚĆ C — SILNIKI TŁOKOWE, UDOWADNIANIE TYPU CS-E 300 Warunki stosowane dla wszystkich prób CS-E 320 Redukcja osiągow CS-E 330 Próby - postanowienia ogólne CS-E 340 Próby drgań CS-E 350 Próby pomiarowe CS-E 360 Próby spalania detonacyjnego CS-E 370 Próby rozruchu CS-E 380 Próby rozruchu w niskiej temperaturze CS-E 390 Próby przyspieszeń CS-E 400 Próby nadobrotów 2 CS-E 430 Próby natrysku wody CS-E 440 Próby trwałościowe CS-E 450 Próby zapłonu CS-E 460 Próby cofania płomienia CS-E 470 Zanieczyszczone paliwo • PODCZĘŚĆ D - SILNIKI TURBINOWE; KONSTRUKCJA I BUDOWA CS-E 500 Działanie CS-E 510 Analiza usterek CS-E 515 Części krytyczne silnika CS-E 520 Wytrzymałość CS-E 525 Ciągłe obracanie CS-E 540 Uderzenie i wchłanianie ciekłego ciała CS-E 560 Układ olejowy CS-E 570 Układ oleju CS-E 580 Układy powietrzne oraz upusty sprężarki i turbiny CS-E 590 Układy rozrusznika • PODCZĘŚĆ E - SILNIKI TURBINOWE; UDOWADNIANIE TYPU CS-E 600 Próby - postanowienia ogólne CS-E 620 Redukcja osiągow CS-E 640 Obciążenia od ciśnienia CS-E 650 Badania drgań CS-E 660 Ciśnienie i temperatura paliwa CS-E 670 Zanieczyszczone paliwo CS-E 680 Skutki obciążen od pochylenia i od momentu żyroskopowego CS-E 690 Upust z silnika CS-E 700 Przekroczenie warunków użytkowania CS-E 710 Próby zablokowania wirnika CS-E 720 Zapłon ciągły CS-E 730 Próby pomiarowe silnika CS-E 740 Próby trwałościowe CS-E 745 Przyspieszenia silnika CS-E 750 Próby rozruchu CS-E 770 Próby rozruchu w niskiej temperaturze CS-E 780 Próby w warunkach tworzenia się lodu CS-E 790 Wchłanianie deszczu i gradu CS-E 800 Uderzenie i wchłanianie ciała CS-E 810 Awaria łopaty sprzężarki i turbiny CS-E 820 Próba nadmiernego momentu obrotowego CS-E 830 Maksymalne nadobroty silnika CS-E 840 Integralność wirnika CS-E 850 Wały sprzężarki, wentylatora i turbiny CS-E 860 Nadmierna temperatura wirnika turbiny CS-E 870 Próba nadmiernej temperatury gazów wylotowych CS-E 880 Próby z wtryskiem cieczy chłodzącej dla Startu i/lub 2% - Minutowej Mocy OEI CS-E 890 Próby urządzenia ciągu wstępnego CS-E 900 Hamulec postojowy śmigła CS-E 910 Powtórne uruchomienie w locie CS-E 920 Próba nadmiernej temperatury • PODCZĘŚĆ F - SILNIKI TURBINOWE - WYMAGANIA KONSTRUKCYJNE W ZAKRESIE ESPLOATACJI I OCHRONY ŚRODOWISKA CS-E 1000 Ogólne CS-E 1010 Upust paliwa CS-E 1020 Emisje z silnika 3 CS-E 1030 Dopuszczenie Ograniczone Czasowo CS-E 1040 ETOPS DODATEK DODATEK A KONCENTRACJA DESZCZU I GRADU W ATMOSFERZE, NORMY DLA CERTYFIKACJI • CS-E KSIĘGA 2 AKCEPTOWALNE SPOSOBY SPLENINIENIA WYMAGAŃ. PODCZĘŚĆ A - POSTANOWIENIA OGÓLNE AMC do CS-E 10 (c) Urządzenia ciągu wstępnego AMC do CS-E 20 Konfiguracja i podłączenia silnika. AMC do CS-E 20 (f) Dane zapewnienia mocy dla silników z jednym lub wieloma zakresami mocy OEI AMC do CS-E 25 Instrukcje zapewnienia ciągłej zdatości do lotu AMC do CS-E 30 Założenia AMC do CS-E 40 Zakresy AMC do CS-E 40 (b) (3) Zakresy 30 sekund OEI i 2 minut OEI AMC do CS-E 40 (d) Ograniczenia użytkowania AMC do CS-E 50 Układ sterowania silnikiem AMC do CS-E 50 (e) Integralność wirnika AMC do CS-E 50 (g) Elementy Sterowania - Silniki o 30-sekundowym zakresie mocy OEI AMC do CS-E 60 Wyposażenie w przyrządy AMC do CS-E 60 (j) Wyposażenie w przyrządy AMC do CS-E 70 Odlewy, odkulki, konstrukcje spawane i części spawane AMC do CS-E 80 Osprzęt AMC do CS-E 130 Instalacja Przewodów AMC do CS-E 140 Próby - konfiguracja Silnika AMC do CS-E 150 Próby - Warunki mające zastosowanie we wszystkich próbach AMC do CS-E 150 (f) Próby trwałościowe - Przyrządy inspekcyjne i próby pomiarowe AMC do CS-E 170 Sprawdzanie układów silnika i podzespołów AMC do CS-E 180 Próby działania Śmigła • PODCZĘŚĆ B - SILNIKI TŁOKOWE; KONSTRUKCJA I BUDOWA AMC do CS-E 210 Analiza usterek PODCZĘŚĆ C - SILNIKI TŁOKOWE; UDOWADNIANIE TYPU AMC do CS-E 300 (f) Warunki Stosowane dla wszystkich Prób - Pomiar Momentu Obrotowego AMC do CS-E 320 Redukcja osiągow AMC do CS-E 340 Próby drgań AMC do CS-E 350 Próby pomiarowe AMC do CS-E 380 Próby rozruchu w niskiej temperaturze AMC do CS-E 440 (b)(3) Próby trwałościowe - Program dla silników posiadających turbodoładowarkę. AMC do CS-470 Zanieczyszczone paliwo • PODCZĘŚĆ D - SILNIKI TURBINOWE; KONSTRUKCJA I BUDOWA AMC do CS-E 500 Działanie - sterowanie silnikami (silniki turbinowe dla samolotów) AMC do CS-E 510 Analiza bezpieczeństwa AMC do CS-E 515 Części krytyczne silnika AMC do CS-E 520 Wytrzymałość - Zmęczenie wysoko-cyklowe AMC do CS-E 520 (c) (1) Wytrzymałość - odpadanie łopatek AMC do CS-E 525 Ciągłe obracanie AMC do CS-E 540 Uderzenie i wchłanianie ciekłego ciała AMC do CS-E 560 Układ olejowy • PODCZĘŚĆ E - SILNIKI TURBINOWE; UDOWADNIANIE TYPU AMC do CS-E 600 (e) Próba - Ogólne AMC do CS-E 620 Osiagi - Wzory AMC do CS-E 640 Ciśnienie statyczne i próby zmęczeniowe AMC do CS-E 650 Badania drgań AMC do CS-E 660 Próby pompy paliwowej (silniki turbinowe do samolotów) AMC do CS-E 670 Próby zanieczyszczonego paliwa AMC do CS-E 680 Skutki obciążen od pochylenia i od momentu żyroskopowego AMC do CS-E 690 Upust z silnika AMC do CS-E 700 Przekroczenie warunków użytkowania (silniki turbinowe do samolotów) AMC do CS-E 710 Próby zablokowania wirnika AMC do CS-E 720 (a) Zapłon ciągły AMC do CS-E 730 Próby pomiarowe AMC do CS-E 740 (c)(3) Próby trwałościowe AMC do CS-E 740 (f)(1) Silniki wielowirnikowe AMC do CS-E 740 (g)(1) Próby trwałościowe - okresy stopniowane AMC do CS-E 745 Przyspieszenia Silnika AMC do CS-E 750 (b) Próby rozruchu AMC do CS-E 770 Próby	

rozruchu w niskiej temperaturze AMC do CS-E 780 Próby w warunkach tworzenia się lodu (Silniki do samolotów) AMC do CS-E 790 Wchłanianie deszczu i gradu AMC do CS-E 790 (a)(2) Wchłanianie deszczu i gradu - utrata mocy/ciągu przez Silnik Turbinowy oraz niestabilność w ekstremalnych warunkach w deszczu i gradzie AMC do CS-E 800 Uderzenie i wchłanianie pląka AMC do CS-E 810 Awaria łopaty sprężarki i turbiny AMC do CS-E 840 Integralność wirnika AMC do CS-E 850 Wały sprężarki, wentylatora i turbiny AMC do CS-E 890 Próby urządzenia ciągu wstępnego AMC do CS-E 920 Próba nadmiernej temperatury - PODCZĘŚĆ F - SILNIKI TURBINOWE - SPECYFIKACJE KONSTRUKCYJNE W ZAKRESIE: ESKPLOATACJI I OCHRONY ŚRODOWISKA AMC do CS-E 1000 Specyfikacje konstrukcyjne w zakresie eksploatacji i ochrony środowiska - ogólne AMC do CS-E 1020 Emisje z silnika	
Projektowanie silników lotniczych	K_W06, K_U12, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> Proces konstrukcyjnego i technologicznego przygotowania produkcji seryjnej. Wytyczne taktyczno-techniczne. Projekt wstępny. Projekt techniczny. Robocza dokumentacja konstrukcyjna. Technologiczne przygotowanie produkcji prototypu. Technologiczne przygotowanie produkcji serii próbnej i produkcji seryjnej. Naukowe badania stosowane. Badania doświadczalne. Dobór wlotu i dyszy wylotowej. Metody modyfikacji lotniczych silników turbinowych - poprawa sprawności zespołów, zmiana sprężu sprężarki, zmiana strumienia masy powietrza. Zastosowanie stopnia zerowego, zmiana prędkości obrotowej roboczych zakresów pracy, zmiana temperatury spalin przed turbiną. Zmiana temperatury spalin wylotowych, modelowanie, rozszerzenie użytecznego zakresu pracy sprężarki. • Warunki obliczeniowe lotu silnika. Wybór parametrów obiegu silnika jednoprzepływowego i dwuprzepływowego. Dobór sprawności i współczynników jakości działania zespołów silnika odrzutowego. Model jednoprzepływowego silnika odrzutowego. Model silnika śmigłowego z wolną turbiną napędową. Model silnika dwuprzepływowego z oddzielnymi wylotami z obu kanałów. Obliczenia termogazodynamiczne jednoprzepływowego silnika: odrzutowego, śmigłowego i śmigłowego oraz dwuprzepływowego z oddzielnymi wylotami z obu kanałów. 	
Seminarium dyplomowe	K_W09, K_W10, K_U02, K_U06, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu dyscyplin związanych z projektowaniem i badaniami silników lotniczych • przygotowaną pracę i korzystając z baz danych ma podstawową wiedzę ochrony własności intelektualnej i prawa patentowe • posługuje się językiem technicznym właściwym dla dziedziny bad • prezentując wyniki swoich badań rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu (m.in. poprzez środki masowego przekazu) informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i nabywa umiejętności przekazywania wiedzy w sposób zrozumiały 	
Spalanie i komory spalania	K_W06, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> Kryteria klasyfikacji spalania . Rodzaje mieszanin palnych. Elementy kinetyki chemicznej. Reakcje łańcuchowe. Mechanizm spalania wielkogodurów. Proces rozpraszania się płomienia. Laminarne spalanie mieszanek. Turbulentne spalanie mieszanek. Kryterium Michalsona. Współczynnik nadmiaru powietrza. Wymagania względem komór spalania. Klasyfikacja komór spalania. Stabilizacja płomienia w komorach spalania. Straty ciśnienia spiętrzenia w komorach spalania. Organizacja procesów spalania. Organizacja procesów spalania. • Charakterystyki komór. Rozkład temperatury spalin na wylocie komory. Chłodzenie ścianek płomienicy. Skażenia atmosfery zawarte w spalinach i sposoby obniżania emisji zanieczyszczeń. Organizacja procesu roboczego w dopalaczu. Przepływ przez dyfuzor. Optyw stabilizatorów. Stabilizacja płomienia ciałem o kształcie nieopływowym. Straty ciśnienia spiętrzenia w dopalaczu. Charakterystyki dopalacza. Chłodzenie ścianek. 	
Technologia silników lotniczych	K_W05, K_W08, K_U10, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Warstwa wierzchnia - budowa, znaczenie w procesach eksploatacji. Pojęcie technologii. Technologie kluczowe w procesach elementów silników lotniczych • Materiały stosowane na elementy silnika lotniczego. Technologie odlewnicze stosowane w procesach elementów silników lotniczych • Technologie przerobki plastycznej elementów silników lotniczych. Technologie obróbki ubytkowej elementów silników lotniczych. Technologie obróbki cieplnej. • Technologie powłokowe i przyrostowe w procesach technologicznych elementów silników lotniczych • Technologie łączenia i kontroli w procesach technologicznych silników lotniczych • Wizyta studyjna w zakładzie przemysłowym produkującym elementy silników lotniczych • Obrabiarki i oprzyrządowanie technologiczne • Systemy CAD oraz CAM w zastosowaniu do elementu silnika lotniczego • Kształtowanie elementów z trudnoobrabialnych stopów lotniczych • Technologie przyrostowe • Technologia monokryształów oraz technologie ČVD i PVD • Wizyta studyjna w zakładzie przemysłowym produkującym elementy silników lotniczych 	
Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	K_W03, K_U07, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> Sygnaly. Podstawowe pojęcia. Sygnaly deterministyczne i losowe. Kodowanie przebiegów czasowych. Cyfrowy zapis sygnałów analogowych. Przetworniki analogowo cyfrowe, cyfrowo analogowe. Przekształcanie i analiza częstotliwościowa sygnałów. Transformata Fouriera. Cel stosowania filtracji. Filtry analogowe. Filtry cyfrowe. Projektowanie i optymalizacja filtru. Modelowanie. Matematyczny sposób opisu obiektów rzeczywistych. Modele parametryczne i nieparametryczne. Klasy modeli procesów. Identyfikacja. Podstawowe pojęcia. Metody identyfikacji. Identyfikacja charakterystyk statycznych i dynamicznych, problem deterministyczny i probabilistyczny. Eksperyment. Eksperyment czynny i bierny. Planowanie eksperymentu. Estymacja. Teoria Estymacji. Estymatory. Estymacja parametrów metodą najmniejszych kwadratów. Błędy w procesie przetwarzania sygnałów i ich ocena. • Projektowanie i analiza filtrów analogowych. Filtr Butterworth'a. Projektowanie i analiza filtrów cyfrowych. Filtry o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej. Transformacja sygnałów w dziedzinie częstotliwości. Transformata Fouriera i Modelowanie obiektów i procesów. Matematyczny model liniowy i nieliniowy ruchu samolotu. Eksperyment. Zbieranie danych pomiarowych na eksperymentu, na przykładzie nieliniowego modelu ruchu samolotu. Identyfikacja charakterystyk. Identyfikacja charakterystyk samolotu. Estymacja parametrów. Estymacja parametrów matematycznego modelu ruchu samolotu 	
Wybrane działy matematyki 1	K_W01, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> 1. Układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. Układy kramerowskie. Wzory Cramera. Metoda eliminacji Gaussa. 2. Równania różniczkowe zwyczajne. Definicje, przykłady, całka szczególna i ogólna równania, zagadnienie Cauchy'ego. Przegląd wybranych równań rzędu pierwszego o zmiennych rozdzielonych, równania liniowe (metoda przewidywań) i metoda uziemienniająca stałą), równanie Bernoulliego, równania zupełne. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Metody sprowadzania niektórych typów równań rzędu II-go do równań rzędu I-go, równania liniowe wyższych rzędów, równania różniczkowe liniowe o stałych współczynnikach, równanie Eulera. Układy równań liniowych. 3. Szeregi liczbowe, potęgowe i trygonometryczne. Przypomnienie i uzupełnienie wiadomości dotyczących szeregów liczbowych (definicja, zbieżność, warunek konieczny zbieżności, kryteria zbieżności, szeregi przemienne). Definicja szeregu potęgowego, promień i przedział zbieżności, własności szeregów potęgowych, szereg Taylora i Maclaurina. Pojęcie szeregu Fouriera . Warunki i twierdzenie Dirichleta. Rozwinięcie funkcji w szereg Fouriera. 4. Rachunek różniczkowy i całkowy funkcji wielu zmiennych. Granica, ciągłość, różniczka, pochodne cząstkowe I-szego i wyższych rzędów. Ekstrema lokalne, globalne i warunkowe funkcji wielu zmiennych. Funkcje uwikłane: pochodne, ekstrema lokalne. Całki wielokrotne i ich zastosowanie. 5. Funkcje zespolone. Krzywe i obszary na płaszczyźnie zespolonej. Ciągi i szeregi o wyrazach zespolonych. Funkcje zespolone zmiennej rzeczywistej. Funkcje elementarne zmiennej zespolonej. Pochodna i całka funkcji zmiennej zespolonej. Funkty osobliwe, szereg Laurenta, residu. 6. Przekształcanie całek zespolonych. Całki w płaszczyźnie Laplace'a. Własności transformaty Laplace'a, transformata spłotu funkcji. Wyznaczenie transformaty prostej i odwrotnej (metoda rozkładu na ułamki proste, metoda residuów, metoda spłotów). Zastosowanie do rozwiązywania równań różniczkowych i układów równań różniczkowych. Przekształcanie Fouriera. 	
Wybrane działy matematyki 2	K_W01, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> 1. Równania różniczkowe cząstkowe. Definicja, klasyfikacja, metody rozwiązywania wybranych równań: rozwiązania ogólne i szczególne. 2. Rachunek prawdopodobieństwa. Zmienne losowe jednowymiarowe i ich parametry. Funkcje zmiennych losowych. Zmienne losowe wielowymiarowe, niezależność zmiennych losowych i ich parametry. Elementy teorii korelacji: regresja typu pierwszego, regresja typu drugiego. 3. Statystyka. Statystyka opisowa, szereg rozdzielczy. Badania statystyczne, estymacja punktowa i przedziałowa. Weryfikacja hipotez. Testy zgodności, testy do weryfikacji hipotez dotyczących wartości średniej i odchylenia standardowego. 4. Podstawowe wiadomości o procesach stochastycznych. Definicja, procesy stacjonarne, procesy o przyrostach niezależnych. Przykłady: proces Wienera, proces Poissona. 	
Wychowanie fizyczne	K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozręgowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m) i pomiar składu ciała (Tanita). 	
Wymiana ciepła i masy	
<ul style="list-style-type: none"> 1. Przewodzenie - prawo Fouriera . Równanie nieustalonego przewodzenia ciepła jedno i wielowymiarowe ze źródłami ciepła w różnych układach współrzędnych, szczególne przypadki. Przewodzenie ciepła materiałów; 2. Przewodzenie 2-wymiarowe. Współczynniki kształtu. Metoda numeryczna różnic skończonych: węzły wewnętrzne - równanie, węzły na płaskim brzegu i na drugiej krawędzi; 3. Nieustalone przewodzenie ciepła - system skupiony z akumulacją; 4. Nieustalona wymiana ciepła dla ciał z konwekcyjnym warunkiem brzegowym - przypadki: półprzestrzeni, nieskończonej płyty i walca oraz kuli. wykresy Heislera i Grobera i kombinacje rozwiązań; 5. Numeryczna analiza nieustalonego jedno- i dwuwymiarowego przewodzenia. 6. Konwekcja wymuszona - prawo Newtona dla konwekcji Równanie Bernoulliego dla przepływu nielepkiego o równaniu energii dla płynów ściśniętych. Konwekcja wymuszona przy przekładzie płycie. Laminarna warstwa przyściana: r. ciążkości masy, r. pedu, rozwiązanie na prędkość i grubość warstwy granicznej dla $dp/dx = 0$, przykład wartości; 7. Równie energii dla laminarnej warstwy granicznej przy płaskiej płycie. Termiczna warstwa graniczna - określenie, całkowite ogólne r. energii. Grubość termicznej warstwy granicznej, miejscowa i średnia liczba Nussetla; 8. Zależność między tarciem w płynie a wymianą ciepła; współczynnik tarcia, liczba Stanton, analogia Reynolds. Turbulentna warstwa graniczna, wielkości dodatkowe, średnia liczba Stanton i Nussetla dla laminarnej i turbulentnej warstwy granicznej. Konwekcyjna wymiana ciepła w rurce przy przepływie laminarnym ; 9. Konwekcja swobodna przy pionowej płycie: siły masowe, równanie ruchu, równanie energii, liczba Grashofa, rozwiązanie na liczbę Nussetla, przykłady zależności empirycznych; 10. Promieniowanie cieplne: mechanizm fizyczny, właściwości ciał , prawo Stefana-Boltzmana, tożsamość Kirchhoffa, prawo rozkładu energii Plancka, reguła przesunięć Wiena, ciała szare. Współczynnik kształtu dla promieniowania; prawo wzajemności; 11. Intensywność promieniowania; prawo Lamberta. Zależność między współczynnikami kształtu. Wymiana ciepła między ciałami nieczarnymi; jasność, opromienianie. 12. Przypadek nieskończonych płaszczyzn równoległych i współśrodkowych powierzchni cylindrycznych. Ekran, promieniowanie gazów. Promieniowanie przez medium absorbujące i przepuszczające ; 13. Wymiana ciepła przy kondensacji, analiza Nussetla dla kondensacji filmowej przy pionowej płycie, spływ laminarny i turbulentny. Wymiana ciepła przy wrzeniu: rodzaje wrzenia, kryzys wrzenia. Nasycone wrzenie pęcherzykowe w zbiorniku; 14. Wymienniki ciepła: typy wymienników ciepła, problemy konstrukcyjne; 15. Wymiana masy. • 1. Ustalone przewodzenie przez ścianki płaskie i cylindryczne; 2. Ustalone przenikanie ciepła przez ścianki płaskie i cylindryczne; 3. Ustalona wymiana ciepła za pośrednictwem żeber; 4. Nieustalona wymiana ciepła systemu skupionego i półprzestrzeni; 5. Konwekcja wymuszona bez zmiany fazy; 6. Konwekcja swobodna bez zmiany fazy; 7. Promieniowanie cieplne; 8. Kolokwium zaliczeniowe • 1. Pomiar strat ciepła przez przegrody za pomocą miernika typu ścianka pomocnicza; 2. Wyznaczanie dyfuzyjności cieplnej metodą stanu uporządkowanego; 3. Doświadczalne określenie współczynnika przepływu ciepła w warunkach nieustalonej wymiany ciepła w ciele stałym; 4. Wyznaczanie współczynnika wymiany masy / ciepła techniką elektrolytyczną; 5. Zaliczanie ćwiczeń laboratoryjnych 	
Wytrzymałość i dynamika maszyn wirnikowych	K_W01, K_W04, K_U01, K_U07, K_U13, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe wiadomości z zakresu drgań mechanicznych • Drgania wymuszone. Rodzaje wymuszenia w silnikach turbinowych • Zjawisko rezonansu. Charakterystyka amplitudowo-częstotliwościowa. • Zjawisko samocentrowania wałów. Obroty krytyczne wałów • Charakterystyki rezonansowe obiektów o stałej częstotliwości drgań własnych. Wykres Campbella • Zjawisko zwiększania częstotliwości rezonansowej łopatek w trakcie wirowania. Wykres Campbella dla wirującej łopaty • Wybrane zagadnienia z mechaniki pęknięcia i wytrzymałości zmęczeniowej. Inicjacja pęknięcia, propagacja pęknięć - Sposoby prognozowania trwałości zmęczeniowej struktury • Modelowanie numeryczne procesów drganiowych łopatek sprężarek i turbin maszyn wirnikowych • Poznanie podstawowych funkcji systemu wiracyjnego • Badanie częstotliwości i postaci drgań belki wspornikowej • Badanie częstotliwości drgań własnych łopaty za pomocą czujników drgań • Doświadczalna analiza postaci drgań własnych łopatek turbin i sprężarek za pomocą skanującego wibrometru laserowego 	
Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U04
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do zarządzania eksploatacją obiektów latających (rys historyczny, analiza problemów, wczesny okres eksploatacji w lotnictwie, zarządzanie techniczne itp.). • Samolot jako obiekt eksploatacji. • Koszty cyklu życia samolotu samolotu. • Podstawy zarządzania eksploatacją obiektów latających (Cel, Rozwój programów eksploatacji, nowoczesne modele eksploatacji np. Maintenance Steering Group (MSG) approach). • Definicje i cele • Wymagania certyfikacyjne przedsiębiorstwa lotniczego • Dokumentacja eksploatacyjna (np. Airplane maintenance manual, illustrated part catalog etc.). • Wymagania procesu eksploatacji. • Organizacja zarządzająca eksploatacją • Obsługa techniczna • Szkolenia • Zarządzanie eksploatacją samolotu (w locie i na ziemi) • Kontrola jakości • Niezawodność • Bezpieczeństwo 	