

Załącznik nr 4 do uchwały nr 29/2021 Senatu Politechniki Rzeszowskiej  
Im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 27.05.2021 r.

**Program studiów**

# **Lotnictwo i kosmonautyka**

**drugiego stopnia**

Profil studiów: ogólnoakademicki



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	<b>Lotnictwo i kosmonautyka</b>
Poziom studiów	<b>drugiego stopnia</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów	<b>inżynieria mechaniczna</b>
Liczba semestrów	studia stacjonarne: <b>3</b>
Specjalności realizowane na kierunku	Awionika Pilotaż Samoloty Silniki lotnicze
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	<b>90</b>
Łączna liczba godzin zajęć	Awionika : <b>1095</b> Pilotaż : <b>1125</b> Samoloty: <b>1095</b> Silniki lotnicze: <b>1095</b>
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 pogłębioną wiedzę w zakresie wybranych działów matematyki wykorzystywaną do opisu zagadnień technicznych z uwzględnieniem problemów występujących w lotnictwie	<b>P7S_WG</b>
K_W02	posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki współczesnej niezbędną do zrozumienia i opisu zjawisk fizycznych występujących w zagadnieniach technicznych, a szczególnie lotniczych	<b>P7S_WG</b>
K_W03	ma podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu teorii przetwarzania sygnałów i identyfikacji, metod optymalizacji i ich zastosowania w zagadnieniach lotniczych	<b>P7S_WG</b>
K_W04	posiada szczegółową wiedzę dotyczącą metod numerycznych i technik komputerowych stosowanych w zagadnieniach lotniczych	<b>P7S_WG</b>
K_W05	ma szczegółową wiedzę obejmującą wybrane zagadnienia z dyscyplin naukowych, które znajdują zastosowanie w lotnictwie	<b>P7S_WG</b>
K_W06	posiada podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu lotnictwa	<b>P7S_WG</b>
K_W07	ma wiedzę dotyczącą zarządzania eksploatacją obiektów latających oraz wiedzę o cyklu życia urządzeń i systemów	<b>P7S_WG</b>
K_W08	orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych w obszarze lotnictwa i dyscyplin naukowych powiązanych z lotnictwem	<b>P7S_WG</b>
K_W09	ma wiedzę niezbędną do rozumienia i postrzegania pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce	<b>P7S_WK</b>
K_W10	zna i rozumie pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej, prawa autorskiego, zarządzania zasobami własności intelektualnej oraz prawa patentowego	<b>P7S_WK</b>
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	<b>P7S_UW</b>
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	<b>P7S_UK</b>
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	<b>P7S_UW</b>
K_U04	ma umiejętność realizacji i potrafi określić kierunki samokształcenia w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	<b>P7S_UU</b>
K_U05	posługuje się językiem angielskim w stopniu umożliwiającym sprawne porozumiewanie się, a także czytanie ze zrozumieniem katalogów, instrukcji obsługi urządzeń, opisów narzędzi informatycznych oraz podobnych dokumentów	<b>P7S_UK</b>

K_U06	potrafi dobierać a także posługiwać się technikami oraz narzędziami informatycznymi do realizacji zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych	<b>P7S_UW</b>
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	<b>P7S_KR</b>
K_U08	potrafi rozwiązywać zadania inżynierskie i proste problemy badawcze wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne	<b>P7S_UW</b>
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	<b>P7S_UW</b>
K_U10	potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania w lotnictwie nowych osiągnięć w zakresie teorii, metod, technologii i materiałów	<b>P7S_KR</b>
K_U11	potrafi dokonać krytycznej analizy i oceny właściwości urządzeń, instalacji lub systemów stosowanych w lotnictwie i zaproponować proste zmiany w celu ich ulepszenia	<b>P7S_UW</b>
K_U12	potrafi opracować specyfikację złożonego zadania inżynierskiego występującego w lotnictwie, w tym także zadań nietypowych, uwzględniając także aspekty pozatechniczne	<b>P7S_UO</b>
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	<b>P7S_UW</b>
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	<b>P7S_UW</b>
K_K01	ma świadomość konieczności zachowania w sposób profesjonalny i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera lotnictwa, w tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	<b>P7S_KO</b>
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	<b>P7S_KO</b>
K_K03	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	<b>P7S_KO</b>
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	<b>P7S_KR</b>

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.	75 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.	5 ECTS
łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 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:

- związku 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;
- rozwińcie 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=2021>, 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	Egzami- n	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	MI	Inteligentne systemy obliczeniowe w lotnictwie	30	0	30	0	60	4	N	
1	ML	Metody numeryczne w lotnictwie	30	0	0	30	60	4	N	
1	MI	Technika cyfrowa w lotnictwie	30	0	15	30	75	5	T	
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	5	T	
1	MI	Zaawansowane metody syntezy i analizy układów automatyki	30	15	0	15	60	4	T	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>195</b>	<b>75</b>	<b>90</b>	<b>75</b>	<b>435</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
2	MI	Angielska terminologia lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	ML	Dynamika lotu statków powietrznych i kosmicznych	30	30	0	0	60	4	N	
2	MI	Metody sztucznej inteligencji w optymalizacji	15	15	0	0	30	4	T	
2	MI	Projektowanie i automatyzacja systemów pomiarowych w lotnictwie	30	0	30	30	90	5	T	
2	MI	Technika kosmiczna	30	0	0	15	45	2	N	
2	MI	Układy automatyki w przemyśle lotniczym	30	0	30	0	60	4	N	
2	FM	Wybrane działy matematyki 2	15	15	0	0	30	2	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne	0	15	0	0	15	0	N	
2	MI	Zaawansowane systemy sterowania lotem	30	0	15	0	45	3	T	
2	MI	Zintegrowane systemy pokładowe	30	15	15	0	60	4	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>210</b>	<b>120</b>	<b>90</b>	<b>45</b>	<b>465</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
3	MI	Angielska terminologia lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
3	MI	Czynnik ludzki	0	30	0	0	30	1	N	
3	MI	Pozyskiwanie danych z wykorzystaniem statków powietrznych	15	0	30	0	45	2	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	1	N	

<b>Sumy za semestr: 3</b>	<b>75</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>195</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>								
	<b>480</b>	<b>255</b>	<b>210</b>	<b>150</b>	<b>1095</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

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

### 3.1.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	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	66 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 osiągnięte 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 osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji	60 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?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1474&C=2021>

### 3.1.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1474&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Angielska terminologia lotnicza 1	K_U05
-----------------------------------	-------

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkcje i zastosowanie urządzeń GPS. Słuchanie ze zrozumieniem: zastosowanie systemu GPS. Przydatne wyrażenia ćwiczenia leksykalne.</li> <li>• Zastosowanie nowoczesnych technologii - praca z tekstem. Czytanie i słuchanie – kosmiczne windy. Ćwiczenia leksykalne, produkcja - wyrażenie opinii na dany temat.</li> <li>• Podkreślenie zalet technicznych urządzeń - czytanie i mówienie: Otis – technologie zastosowane w nowoczesnych windach. Ćwiczenia leksykalne. Rozumienie tekstu ze słuchu.</li> <li>• Upraszczenie i ilustrowanie skomplikowanych wyjaśnień technicznych. Analiza dłuższych opisów technicznych. Praca z tekstem. Rozumienie tekstu ze słuchu.</li> <li>• Materiały i ich właściwości - praca z tekstem. Długość życia produktu - rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne.</li> <li>• Czytanie i słuchanie ze zrozumieniem: odzyskiwanie energii podczas hamowania. Właściwości materiałów. Słuchanie i czytanie ze zrozumieniem: włókno kevlar.</li> <li>• Jakość produktu – zwroty i wyrażenia. Części składowe i ich montaż. Rozumienie ze słuchu - cele nowego projektu technicznego.</li> <li>• Techniki produkcyjne. Pisanie - opis technik produkcyjnych i ich wady i zalety. Czytanie i rozumienie ze słuchu: cięcie strumieniowe. Ćwiczenia leksykalne.</li> <li>• Rodzaje łączni i mocowań – ćwiczenia leksykalne. Opis problemów technicznych: problemy techniczne. Praca z tekstem, analiza tekstu, mówienie, czytanie, słuchanie. Ćwiczenia leksykalne.</li> <li>• Warunki atmosferyczne w aspekcie lotniczym. Czytanie i słownictwo.</li> <li>• Zasady pilotowania samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Podstawowa budowa statku powietrznego. Czytanie, słownictwo.</li> <li>• Awaria - opis uszkodzeń i sposoby naprawy. Studium przypadku – wyciek paliwa w samolocie Airbus A 330.</li> </ul>	<p>K_U05</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Budowa kadłuba. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Konstrukcja skrzydeł. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Powierzchnie sterowe. Czytanie, słuchanie, słownictwo.</li> <li>• Podwozie samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Wprowadzenie do napędów lotniczych. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Silnik tłokowy - komponenty i zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Usprawnienia i poprawki. Przedstawianie problemów. Sugestie dotyczące usprawnień technicznych. Rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. Dyskusja.</li> <li>• Omówienie napraw i konserwacji. Ćwiczenia leksykalne. Analiza tekstu słuchanego i czytanego.</li> <li>• Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Silnik turbośmigłowy. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Odczyty danych z urządzeń. Praca z tekstem, czytanie, mówienie i słuchanie. Ćwiczenia leksykalne.</li> <li>• Wprowadzenie do napędu odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Rodzaje napędu odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> </ul>	<p>K_U05</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cykl pracy silnika odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Sprężarka odśrodkowa. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Sprężarka osiowa. Czytanie, słuchanie, słownictwo.</li> <li>• Turbiny. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Wprowadzenie do komór spalania. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Rodzaje komór spalania cz. I. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Rodzaje komór spalania cz. II. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Typy układów wydechowych. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Podstawowa budowa helikopterów. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Helikoptery - zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Przyczyny uszkodzeń i wad technicznych.</li> <li>• Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne.</li> </ul>	<p>K_U05</p>
<p>Fizyka współczesna</p>	<p>K_W02, K_U01, K_U04, K_U07, K_K01</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Materia skondensowana; rodzaje kryształów, poziomy i pasma energetyczne, metale i półprzewodniki. Nowe materiały we współczesnej technice lotniczej.</li> <li>• Budowa jądra atomowego, oddziaływania jądrowe, rozpady jądrowe, reakcje jądrowe, defekt masy, równoważność masy i energii. Energetyka jądrowa.</li> <li>• Rozwój nowoczesnych metod badawczych, przyrządów pomiarowych i ich wpływ na rozwój fizyki współczesnej i techniki, nanotechnologia.</li> </ul>	<p>K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U10, K_K02</p>
<p>Inteligentne systemy obliczeniowe w lotnictwie</p>	<p>K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U10, K_K02</p>
<p>Metody numeryczne w lotnictwie</p>	<p>K_W01, K_W04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U13, K_K02</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do problematyki obliczeń numerycznych</li> <li>• Wprowadzenie do modelowania w środowisku Matlab</li> <li>• Rozwiązywanie równań liniowych w odniesieniu do problemów projektowania</li> <li>• Metody rozwiązywania układów równań liniowych</li> <li>• Problemy aproksymacji i interpolacji w zastosowaniu do zagadnień technicznych (projektowanie i badania)</li> <li>• Całkowanie numeryczne oraz jego techniczne wykorzystanie</li> <li>• Różniczkowanie numeryczne z aspektami wykorzystania w zagadnieniach technicznych</li> <li>• Wykorzystanie środowiska Matlab Simulink do rozwiązania problemów modelowania i symulacji procesów technicznych</li> <li>• Zapoznanie ze środowiskiem Matlab oraz jego możliwościami</li> <li>• Opracowanie programu rozwiązywania równania liniowego jednej zmiennej w środowisku Matlab</li> <li>• Opracowanie programu rozwiązania układu równań o określonych cechach (macierz pełna, macierz rzadka, macierz diagonalna)</li> <li>• Rozwiązywanie problemów aproksymacji i interpolacji wyników badań</li> <li>• Opracowanie programów całkowania numerycznego wybraną metodą</li> <li>• Procedury różniczkowania numerycznego i ich wykorzystanie do rozwiązania zadań z eksploatacji</li> <li>• Tworzenie prostych schematów symulacyjnych urządzeń technicznych i wykonywanie symulacji</li> </ul>	
Projektowanie i automatyzacja systemów pomiarowych w lotnictwie	K_W05, K_U07, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programowanie systemu pomiarowego, podstawy programowania z wykorzystaniem wybranych narzędzi projektowych</li> <li>• Przetwarzanie sygnału cyfrowego, właściwości sygnału próbkowanego. Filtracja sygnału - sygnały dyskretne i filtracja sygnału w dziedzinie częstotliwości</li> <li>• Realizacja programowa algorytmów przetwarzania sygnałów pomiarowych. Metody programowania systemów pomiarowych.</li> <li>• Karty pomiarowe, interfejsy komunikacyjne w systemach pomiarowych. Oprogramowanie interfejsów narzędzi i przetworników pomiarowych.</li> <li>• Wykorzystanie wielu źródeł sygnału - filtracja optymalna, redundancja</li> <li>• Inteligentna aparatura pomiarowa, właściwości funkcjonalne i metrologiczne</li> <li>• Metody sztucznej inteligencji w układach pomiarowych</li> </ul>	
Technika kosmiczna	K_W01, K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe zagadnienia z zakresu astronautyki i astronomii; misje near-space, loty suborbitalne, orbitalne, międzyplanetarne i międzygwiazdne.</li> <li>• Układ słoneczny, budowa, stan eksploracji</li> <li>• Misje near-space, budowa systemów wznoszących, zasobników i systemów hamujących. Omówienie przykładowej misji.</li> <li>• Loty suborbitalne; samoloty kosmiczne, budowa, teoria lotu, przykłady</li> <li>• Loty suborbitalne; samoloty kosmiczne w układzie kadłubopłata, budowa, teoria lotu, przykłady</li> <li>• Loty orbitalne; układy wynoszenia satelitów, parametry orbit, korekcja orbit, powrót z orbity i lot atmosferyczny.</li> <li>• Loty orbitalne; promy kosmiczne Space-shuttle i Buran, budowa, fazy lotu, przykładowe misje.</li> <li>• Loty orbitalne; międzynarodowa stacja kosmiczna Alfa, historia, budowa, moduły. systemy, możliwości rozwoju.</li> <li>• Loty na Księżycu. Programy podboju Księżycza. Misje bezzałogowe i misje Apollo. Budowa raket nośnych, modułów załogowych, lądownika księżycowego. Fazy lotu, omówienie przykładowych misji.</li> <li>• 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.</li> <li>• Omówienie aktualnie realizowanych programów kosmicznych i perspektyw na najbliższe lata. Najważniejsze osiągnięcia i bariery w rozwoju techniki kosmicznej.</li> <li>• Modelarstwo kosmiczne i raketnictwo. Polskie programy raketowe i kosmiczne.</li> </ul>	
Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	K_W03, K_U07, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 Fourier'a. 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.</li> <li>• 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 Fourier'a Modelowanie obiektów i procesów. Matematyczny model liniowy i nieliniowy ruchu samolotu.</li> </ul>	
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	
Wybrane działy matematyki 1	K_W01, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Liczby zespolone - przypomnienie podstawowych własności. 2. 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 uzmienniania stałej), równanie Bernoullie'go, równanie zupełne, czynnik całkujący. 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 rzędu n. . 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, residuum. 6. Przekształcenia całkowe. Transformata Laplace'a.</li> </ul>	
Wybrane działy matematyki 2	K_W01, K_U08

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Związek układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego z równaniami różniczkowymi skalarnymi rzędu n-tego. Ogólne metody rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. Metoda eliminacji, metoda całek pierwszych.</li> <li>• Układy równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu. Metoda wartości własnych rozwiązywania jednorodnych układów równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu o stałych współczynnikach oraz metoda uzmienniania stałych do rozwiązywania układów liniowych niejednorodnych.</li> <li>• Zagadnienia początkowe i brzegowe dla równań różniczkowych cząstkowych. Równania różniczkowe cząstkowe liniowe oraz quasi-liniowe rzędu pierwszego.</li> <li>• Postać kanoniczna równania różniczkowego cząstkowego liniowego rzędu drugiego.</li> <li>• Szereg Fouriera. Szereg trygonometryczny. Rozwijalność funkcji w szereg Fouriera. Warunki zbieżności szeregu Fouriera. Metoda Fouriera rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych.</li> </ul>	
Wychowanie fizyczne	K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.</li> <li>• 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).</li> <li>• Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m) i pomiar składu ciała (Tanita).</li> </ul>	
Zaawansowane metody syntezy i analizy układów automatyki	K_W07, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1W MTBF • DO160</li> </ul>	
Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do zarządzania eksploatacją obiektów latających (rys historyczny, analiza problemów, wczesny okres eksploatacji w lotnictwie, zarządzanie techniczne itp.).</li> <li>• Samolot jako obiekt eksploatacji.</li> <li>• Koszty cyklu życia samolotu samolotu.</li> <li>• Podstawy zarządzania eksploatacją obiektów latających (Cel, Rozwój programów eksploatacji, nowoczesne modele eksploatacji np. Maintenance Steering Group (MSG) approach).</li> <li>• Definicje i cele</li> <li>• Wymagania certyfikacyjne przedsiębiorstwa lotniczego</li> <li>• Dokumentacja eksploatacyjna (np. Airplane maintenance manual, illustrated part catalog etc.).</li> <li>• Wymagania procesu eksploatacji.</li> <li>• Organizacja zarządzająca eksploatacją</li> <li>• Obsługa techniczna</li> <li>• Szkolenia</li> <li>• Zarządzanie eksploatacją samolotu (w locie i na ziemi)</li> <li>• Kontrola jakości</li> <li>• niezawodność</li> <li>• Bezpieczeństwo</li> </ul>	
Zintegrowane systemy pokładowe	K_W01, K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_U09, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do zintegrowanych systemów pokładowych. Systemy ADC, AHRS, ADAHRS, ADM, ADIRU, ADIRS, SAARU</li> <li>• Systemy nawigacji bezwładnościowej (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.</li> <li>• Systemy nawigacji GNSS. Integralność danych nawigacyjnych. Zintegrowane systemy INS/GNSS</li> <li>• Systemy radiolokacyjne. Radary PSR i SRR. Transpondery, mody A, C i S. Możliwości integracji systemów z wykorzystaniem modu S.</li> <li>• System automatycznego zależnego dozoru ADS-B (ADS-B - Automatic Dependent Surveillance - Broadcast): zasada działania, właściwości, interpretacja wskazań. Łącza danych i integracja z systemami pokładowymi.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Systemy syntetycznej wizji. Zastosowania w lotnictwie. Układy wskazań PFD, MFD. System RAAS.</li> <li>• Systemy wzmacnionej wizji EVS. Integracja EVS i SVS. Układy ESVS. Zasotowania, zasada działania, perspektywy rozwoju.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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 uskoku wiatru: zasada działania bezpośrednich i pośrednich systemów ostrzegania, rodzaje sygnalizacji i ich interpretacja.</li> <li>• Pasywne detektory burzowe. Pokładowe radary meteorologiczne, integracja z systemami pokładowymi.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Systemy bezzałogowe i ich wyposażenie.</li> <li>1. Kalibracja zintegrowanych sensorów (na przykładzie zintegrowanego pomiaru ciśnienia i temperatury).</li> <li>2. Algebra kwaternionów, modelowanie układów AHRS.</li> <li>3. Właściwości układów GNSS, analiza i modelowanie błędów.</li> <li>4. Zaawansowane techniki pomiarowe, analiza danych z prób w locie (IRT)</li> <li>5. Modelowanie układu FBW, kształtowanie właściwości pilotażowych.</li> <li>6. Systemy bezzałogowe. Szacowanie zasięgu, widzialności, bilans łącza radiowego.</li> <li>• 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/dSpace). Podsystemy są testowane w warunkach zbliżonych do rzeczywistych (użycie symulatora lotu). Po wykonaniu badań i testów realizowana jest dokumentacja końcowa projektu (w formie raportu).</li> </ul>	



### 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.	69 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	8 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	5 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	45 godz.


Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1475&C=2021>, 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	1	N	
1	MZ	Szkolenie praktyczne 1	0	0	0	0	0	0	N	
1	DL	Trening kondycyjny	0	30	0	0	30	0	N	
1	MI	Współpraca w załodze wieloosobowej	15	30	0	0	45	3	N	
1	FM	Wybrane działy matematyki 1	30	30	0	0	60	5	T	
1	MI	Zintegrowane systemy pokładowe	30	15	15	0	60	3	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>240</b>	<b>240</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>510</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

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	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	Technika kosmiczna	30	0	0	15	45	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	MI	Wybrane zagadnienia szkolenia lotniczego	15	15	0	0	30	2	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne	0	15	0	0	15	0	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>210</b>	<b>180</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>465</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
3	MI	Angielska terminologia lotnicza ICAO 2	0	30	0	0	30	3	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	1	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>60</b>	<b>45</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>510</b>	<b>465</b>	<b>90</b>	<b>60</b>	<b>1125</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>1</b>

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	63 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	29
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	11 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)	37 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	5
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte 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 osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	3
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.	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	47 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=2021>

### 3.2.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1475&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Aerodynamika	K_W04, K_W06, K_U07, K_U08, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> <li>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 turbulentna warstwa przyścienna. Równania Prandtla i von Kármána dla warstwy przyściennej. Przejście laminarno-turbulentne. Metoda Head'a dla turbulentnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny, klasyfikacja składowych oporu aerodynamicznego w świetle zasady pędu. Charakterystyki aerodynamiczne profilu. Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: funkcja Theodorsena i przeciągnięcie dynamiczne. Histereza aerodynamiczna. Efekt Küssnera.</li> <li>• Płat o skończonym wydłużeniu: Uprozczone metody szacowania odchylenia strug za płatem i ich wpływ płata na usterzenie. Wpływ ziemi. Teoria powierzchni nośnej: metody siatki wirowej VLM i GVLm. Osobliwości opływu płatów o bardzo małym wydłużeniu: skrzydło delta, ostrołukowe i pasmowe, nośność wirowa. Informacja o metodach panelowych dla brył trójwymiarowych.</li> <li>• Aerodynamika dużych prędkości: Jednowymiarowe przepływy izentropowe. Ściślność. Równanie ciągłości dla jednowymiarowego przepływu ściśliwego. Równanie Bernoulliego dla przepływów izentropowych. Liczba Macha. Zależności pomiędzy parametrami krytycznymi i spiętrzenia a parametrami przepływu. Przepływ czynnika ściśliwego przez kanały. Przekrój krytyczny. Klasyfikacja przepływów: przepływy podkrytyczne i nadkrytyczne. Dysza de Laval. Pomiar prędkości sondą Prandtla w zakresie prędkości poddźwiękowych. Wpływ wysokości lotu na liczbę Ma. Wpływ liczby Macha na: charakterystyki aerodynamiczne profilu i płata: CZ(<math>\alpha</math>), CZmax, CX, wędrowka środka parcia. Poprawki: Prandtla-Glauerta i von Kármána-Tsien. Wpływ kąta natarcia, grubości płata nośnego, kąta skosu płata.</li> <li>• Reguła pół. Ciało o minimalnym oporze falowym (SearsaHacka). Krytyczna liczba Macha dla profilu. Stożek Macha. Wpływ ściślności na charakterystyki aerodynamiczne profilu i płata w zakresie przepływów podkrytycznych i transonicznych. Fale rozrzedzeniowe (Macha). Fale uderzeniowe: prostopadłe i skośne. Biegunowa skośnej fali uderzeniowej, Opór falowy, Oderwanie warstwy przyściennej na skutek oddziaływania fali uderzeniowej („Shock stall”). Profil nadkrytyczny: wady i zalety, wpływ kształtu profilu na fale uderzeniowe, Środki podejmowane celem podniesienia Makr. Nagrzewanie aerodynamiczne przy prędkościach naddźwiękowych.</li> <li>• 1. Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu lotniczym z uwzględnieniem ściślności /obliczenia komputerowe 2. Pomiar oporu metodą Jonesa /pomiar tunelowe; 3. Pomiar ciągu śmigła metodą impulsową / pomiar 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 / pomiar tunelowe 7. Analogia płytkiej wody dla przepływów ściśliwych</li> </ul>	
Bezpieczeństwo lotnicze	K_W09, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	
Czynnik ludzki w lotnictwie	K_W09

- 040 03 00 00 Podstawy psychologii lotniczej Przewodzenie i podporządkowanie: Cechy przywódcy Typy przywództwa Cechy efektywnego przywódcy Nieefektywność przywódcy – cechy Role członków załogi w kokpicie Rodzaje współpracy w kokpicie 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

Fizjologia i psychologia lotnicza

K\_W09

- Stres : Definicja i rodzaje stresu Skutki stresu Stresory Zależność między motywacją a wydajnością Fizyczne i psychiczne skutki stresu Zarządzanie stresem • Proces przetwarzania informacji przez człowieka: Zmysły Postrzeganie

Podjęcie decyzji Pamięć krótkotrwała i jej ograniczenia oraz błędy Pamięć długotrwała i jej ograniczenia oraz błędy Pamięć motoryczna i jej ograniczenia oraz błędy • Świadomość sytuacyjna: Informacje ogólne Cechy charakteru wpływające na świadomość sytuacyjną Poziomy świadomości sytuacyjnej Sposoby zwiększania świadomości sytuacyjnej

Utrata świadomości sytuacyjnej • Komunikacja : Efektywność komunikacji Skutki słabej komunikacji Typy komunikacji i ich cechy Status, rola i możliwości uczestników komunikacji Atmosfera w kokpicie, konflikt Poziomy

komunikacji • Podjęcie decyzji: Charakterystyka procesu podejmowania decyzji Modele procesu podejmowania decyzji Indywidualne i grupowe podejmowanie decyzji • Zachowanie i motywacja: Model zachowań Rasm Osobowość Inteligencja Osobowość Zachowanie Mechanizmy obronne Typy zachowań Asertywność Język ciała

Mechanika lotu	K_W05, K_W06, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_U13, K_K02
----------------	--

• Wprowadzenie. Średnia cięgiwa aerodynamiczna. Statyczna równowaga podłużna samolotu, wpływ zespołu napędowego, wpływ mechanizacji i bliskości ziemi. Biegunowa 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 – wyprowadzenie ogólnej postaci równań ruchu. • Orientacja i pozycja przestrzenna samolotu. Kąty Eulera. • Uproszczenia, linearyzacja i ubezwymiarowanie równań ruchu. Metody rozwiązania. • Siły i momenty działające na samolot. Pochodne aerodynamiczne. • Ważniejsze pochodne sił i momentów aerodynamicznych symetrycznych. • Ważniejsze pochodne sił i momentów aerodynamicznych niesymetrycznych. • Stateczność dynamiczna podłużna. • Stateczność dynamiczna podłużna. Uprozczone przypadki: oscylacje krótko i długo okresowe. • Stateczność dynamiczna boczna. Uprozczone przypadki: spirala. • Stateczność dynamiczna boczna. Uprozczone przypadki: holendrowanie, przechylenie. • Wprowadzenie. Moment pochylający samolotu. • Równowaga podłużna samolotu - biegunowa równowagi. • Wyznaczenie zapasu stateczności samolotu ze sterem trzymanym i puszczone. • Wyznaczenie charakterystyk sterowności samolotu względem wychylenia steru oraz siły na drążku. • Pochodne aerodynamiczne symetryczne i niesymetryczne. • Pochodne aerodynamiczne symetryczne i niesymetryczne. • Uproszczona analiza stateczności dynamicznej podłużnej. • Uproszczona analiza stateczności dynamicznej bocznej samolotu.

Meteorologia	K_W05, K_U04, K_K01
--------------	---------------------

<p>• 1. Wiatr a. Wiatry lokalne (występowanie i mechanizm powstawania): - Bryzy morskie i lądowe - Wiatry anabatyeczne i katabatyeczne - 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, zmiany roczne b. Ruchy mas powietrza i prądy oceaniczne: - Ruchy mas powietrza: - Mistral - Bora Etesian, meltemi - Regale - Levantem - Vendevalle - 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 morza śródziemnego: - 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 • 3. Meteorologiczne zagrożenia lotu a. Wysokościomierze: - 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 burzy - Superkomórki - Przemieszczanie się burzy - Linia szkwałów - Zagrożenia związane z burzą - Wykrywanie zagrożeń za pomocą radaru pogodowego c. Oblodzenie: - Warunki sprzyjające wystąpieniu oblodzenia - Wpływ oblodzenia na samolot - Intensywność oblodzenia - Przechłodzone krople wody - Proces powstawania oblodzenia - Rodzaje oblodzenia, warunki przy jakich występują - Czynniki wpływające na intensywność oblodzenia - Oblodzenie mające wpływ na silnik: - Oblodzenie przewodów paliwowych - Oblodzenie gaźnika w silniku tłokowym - Oblodzenie wlotu w silniku odrzutowym - Rodzaje instalacji przeciwoblodzeniowych 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 - Mikroszkwiał, występowanie i wpływ na samolot - Turbulencja, czynniki sprzyjające występowaniu: -Aktywność termiczna terenu -Tarcie -Fale orograficzne -Inwersje • 4. Informacja meteorologiczna a. Mapy synoptyczne górnych warstw atmosfery: - Significantweather chart (SIGWX): - Wydawanie i ważność - Stosowane symbole i informacje na mapie - Mapy wiatrów i temperatur: - Wydawanie i ważność - Stosowane symbole i informacje na mapie</p>	
Metody numeryczne w budowie i eksploatacji konstrukcji lotniczych	K_W01, K_W04, K_U06, K_U12, K_U13, K_U14, K_K02

<p>• 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 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 rozwiązania zadań z eksploatacji • Wprowadzenie do środowiska Simulink</p>	
Nawigacja	K_W06, K_U02, K_U05, K_K01

<p>• 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 załozdze Oznaczenia na wyświetlaczach – czynności podejmowane przez załogę po otrzymaniu określonej informacji/nakazu 062 03 00 00Radar 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 załozdze Pokładowy radar pogodowy: Sposób wyświetlania informacji Użycie w trakcie różnych faz lotu</p>	
---	--

Nawigacja PBN	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 062 07 00 00 Nawigacja w oparciu o charakterystyki systemów (PBN) - wprowadzenie</li> <li>• 062 07 01 00 Koncepcja PBN (zgodnie z opisem zawartym w Doc 9613 ICAO)</li> <li>• 062 07 01 01 Zasady PBN</li> <li>• 062 07 01 02 Elementy składowe PBN</li> <li>• 062 07 01 03 Zakres PBN</li> <li>• 062 07 02 00 Specyfikacje nawigacyjne</li> <li>• 062 07 02 01 RNAV i RNP</li> <li>• 062 07 02 02 Wymagania funkcjonalne nawigacji</li> <li>• 062 07 02 03 Ustanawianie specyfikacji RNP i RNAV</li> <li>• 062 07 03 00 Zastosowanie PBN</li> <li>• 062 07 03 01 Planowanie przestrzeni powietrznej</li> <li>• 062 07 03 02 Zatwierdzenie</li> <li>• 062 07 03 03 Określone funkcje systemu RNAV i RNP.</li> <li>• 062 07 03 04 Przetwarzanie danych</li> <li>• 062 07 04 00 Operacje PBN</li> <li>• 062 07 04 01 Zasady PBN</li> <li>• 062 07 04 02 Pokładowe monitorowanie charakterystyk i ostrzeżenie</li> <li>• 062 07 04 03 Sytuacje nienormalne</li> <li>• 062 07 04 04 Zarządzanie bazą danych</li> <li>• 062 07 05 00 Wymagania określonych specyfikacji RNAV i RNP</li> <li>• 062 07 05 01 RNAV10</li> <li>• 062 07 05 02 RNAV5</li> <li>• 062 07 05 03 RNAV/RNP1/2</li> <li>• 062 07 05 04 RNP4</li> <li>• 062 07 05 05 RNP APCH</li> <li>• 062 07 05 06 RNP AR APCH</li> <li>• 062 07 05 07 A-RNP</li> <li>• 062 07 05 08 Odlot do punktu w przestrzeni (PinS) PBN</li> <li>• 062 07 05 09 Dolot do punktu w przestrzeni (PinS) PBN</li> </ul>	
Osiągi i planowanie lotu	K_W06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 tłokowego - 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 tłokowym - omówienie i ćwiczenia praktyczne - Rozmieszczenie ładunku w samolocie o klasie osiągow A - omówienie i ćwiczenia praktyczne</li> <li>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 - Hydroplanning - rodzaje - Niedziałający układ antypoślizgowy (anti-skid) c. Początkowe wznoszenie: - Procedury antyhałasowe - Segmenty wznoszenia po starcie, wymagane gradienty i przewyższenie nad przeszkodami - Wymagania odnośnie przestrzeni dla początkowego wznoszenia - Ograniczenia masy do startu ze względu na wznoszenie po starcie d. Przelot: - Wznoszenie 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</li> <li>3. Planowanie lotu i monitorowanie lotu a. Planowanie lotu dla lotów IFR - Planowanie lotu IFR - samolot wielosilnikowy tłokowy, 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 tłokowych o klasie osiągow B c. Przygotowanie przed lotem Praktyczne planowanie lotu IFR samolotem jednosilnikowym tłokowym o klasie osiągow B oraz samolotem o klasie osiągow A - omówienie i ćwiczenia praktyczne oraz przypadki szczególne d. Plan lotu ATS - Wypełnianie planu lotu ATS - ćwiczenia praktyczne</li> </ul>	
Praca dyplomowa	K_W05, K_W06, K_U01, K_U03, K_U13, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zdefiniowanie tematu, zakresu pracy i zadań do wykonania. Konsultacja realizacji magisterskiej pracy dyplomowej. Ocena pracy.</li> </ul>	
Prawo i przepisy lotnicze	K_W09
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 010 09 00 00 Lotniska lub lotniska dla śmigłowców: Typy lotnisk; Części lotnisk; Kod referencyjny lotniska; Istotne dla załóg dane operacyjne lotniska; Drogi startowe - istotne parametry; Drogi kołowania - istotne parametry; Płyty - istotne parametry; Oznaczenia: Poziome oznaczenia dróg startowych, Poziome oznaczenia dróg kołowania, Znaki pionowe, Oświetlenie dróg startowych, Światła podejścia, Oświetlenie dróg kołowania, Światła wyznaczające kąt ścieżki podejścia, Oświetlenie dodatkowe punktów oczekiwania, Oświetlenie przeszkód lotniczych, Oświetlenie pojazdów poruszających się po polu manewrowym lotniska</li> <li>• 010 10 00 00 Ułatwienia: Informacje ogólne; Cele; Przyłot, tranzyt i odlot statku powietrznego; Przyłot, tranzyt i odlot ludzi, bagażu i towarów; Przyłot, tranzyt i odlot pasażerów specjalnej kategorii</li> <li>• 010 11 00 00 Poszukiwanie i ratownictwo: Informacje ogólne; Organizacja i odpowiedzialność; Procedury dla służb; Procedury dla załóg; Częstotliwości i sygnały; Oznaczenia kolorystyczne sprzętu zrzuconego dla rozbitek, Sygnały od rozbitek, Sygnały od jednostek ratowniczych, Częstotliwości radiowe używane w poszukiwaniu i ratownictwie</li> <li>• 010 12 00 00 Ochrona: Informacje ogólne; Cele; Współpraca międzynarodowa; Środki zapobiegawcze; Kontrola dostępu; Przewóz broni; Zabezpieczenia przed wystąpieniem i postępowanie w przypadku bezprawnej ingerencji</li> </ul>	
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 nieprzewidziane okoliczności podczas przelotu (en-route contingency fuel), ilość paliwa na dolot, 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 Odladanie na ziemi: Wykonanie Typy plynów odladzających 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 Siekiery i łomy Procedury dotyczące obecności dymu Procedury dotyczące bezpieczeństwa: Programy treningowe Procedury przeszkolenia 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 powstawania i unikanie Kategorie samolotów ze względu na turbulencję w śladzie aerodynamicznym Minima separacji Przewóz materiałów niebezpiecznych: Definicje Kategorie Wymagania Programy treningowe Procedury Operacje na pokrytych drogach startowych: Definicja Hydroplaning Zalecenia dotyczące hamowania na mokrej lub pokrytej drodze startowej Współczynnik hamowania Depesza SNOWTAM – dekodowanie Zderzenia z ptakami: Informacje ogólne Procedury antyhałasowe: Informacje ogólne Typy standardowych procedur Preferowane drogi startowe Preferowane trasy lotu Procedury antyhałasowe 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 poziomu lotu Plan lotu • Zgody na lot transoceaniczny: Informacje ogólne Zawartość Sytuacje anormalne i błędy • Komunikacja i procedury zgłaszania pozycji: Czas i punkty zgłaszania pozycji Zawartość Typy depeszy Depesze meteorologiczne SELCAL Kody transpondera Sytuacje anormalne i błędy • Procedury i nawigacja w przestrzeni MNPS • Nawigacja w rejonach polarnych: Sposób obliczania parametrów nawigacyjnych – informacje ogólne, Żyroskopy i systemy nawigacji bezwładnościowej – informacje ogólne • Procedury na wypadek degradacji lub awarii systemów nawigacyjnych: Wykrywanie awarii i określanie urządzenia, 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 sygnałów, układy zbierania, archiwizowania i prezentowania informacji w lotniczych systemach akwizycji danych. • Rejestratory 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 kabinie 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 odzyskanie rejestratora. Wykorzystanie magistrali 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. Analiza lotu AFPA, ETOPS • Rejestracja parametrów lotu samolotu bezzałogowego. Metodyka przeprowadzenia zadania pomiarowego, konfiguracja systemu pomiarowego, rejestracja wybranych parametrów lotu. • Dokumentacja zadania pomiarowego. Weryfikacja poprawności rejestracji danych. Przygotowanie i wykonanie raportu z badań. • Komplektacja 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

Samoloty klasy MEP(L)

• Szczegółowa lista wyposażenia samolotu, prawidłowe i nieprawidłowe działanie systemów/installacji: 1. Wymiary: minimalna wymagana szerokość drogi startowej do wykonania zakrętu 180°. 2. Silnik: a) typ silników; b) ogólnie, funkcje poniższych

systemów/instalacji lub elementów składowych: silnik; instalacja olejowa; instalacja paliwowa; system zapłonu; instalacja rozruchowa; prądnice i napęd prądnic; wskazania mocy; śmigła; system przestawiania śmigła w choraśnik. c) element sterowania silnikiem (w tym rozrusznik), przyrządy i wskazania silnika w kokpicie, ich funkcja, wzajemne zależności interpretacja wskazań. 3. Instalacja paliwowa: a) lokalizacja zbiorników paliwa, pomp paliwa, przewodów paliwowych łączących z silnikiem, możliwości w zakresie pojemności tankownia, zawory i pomiar b) lokalizacja następujących systemów/instalacji: filtrów; drenażu; odpowietrzania. c) w kokpicie: monitory i wskaźniki instalacji paliwowej; wskazania ilości i przepływu, odczyt. 4. Ogrzewanie i wentylacja kabiny; a) elementy składowe systemu i zabezpieczenia; b) prawidłowe użytkowanie podczas startu, przelotu, podejścia do lądowania oraz lądowania. 5. Instalacja przeciwoblodzeniowa/odlodzeniowa: a) elementy samolotu zabezpieczone przed oblodzeniem; b) użytkowanie instalacji przeciwoblodzeniowej i odlodzeniowej w locie, warunki wymagające użycia tych systemów. 6. Instalacja hydrauliczna: a)

elementy składowe instalacji hydraulicznej; b) elementy sterowania i wskaźniki w kokpicie, funkcje i wzajemne powiązania oraz odczyt wskazań. 7. Podwozie: a) Budowa i elementy składowe: podwozia głównego; podwozia przedniego; sterowania podwoziem; systemu hamowania kołami. b) chowanie i wysuwanie podwozia (w tym zmiany wyważenia i oporu spowodowane działaniem podwozia); c) wymagane ciśnienie w oponach; d) elementy sterowania i wskaźniki w kokpicie dotyczące warunków chowania lub wysunięcia podwozia; e) elementy składowe systemu awaryjnego wysuwania podwozia. 8. Układy sterowania w locie i urządzenia zwiększające siłę nośną: a) układy sterowania w locie: układ sterowania lotkami; układ sterowania sterem wysokości; układ sterowania sterem kierunku; układ sterowania trymerami; urządzenia zwiększające siłę nośną; system ostrzegania przed przeciągnięciem. b) wskaźniki w tym wskaźniki ostrzegawcze systemów wymienionych w punkcie a), wzajemne powiązania i zależności. 9. Zasilanie energią elektryczną: a) ilość, moc, napięcie i lokalizacja głównego systemu zasilania oraz systemu zasilania zewnętrznego; b) lokalizacja wskaźników w kokpicie; c) lokalizacja kluczowych wyłączników; d) reflektory. 10. Przyrządy, urządzenia łączności, radarowe i nawigacyjne, autopilot: a) widoczne anteny; b) elementy sterowania oraz przyrządy poniższego wyposażenia kokpitu w czasie rutynowego (normalnego) działania: przyrządy wykorzystywane w locie; wyposażenie radarowe; systemy łączności i nawigacji; autopilot; TAWS; TAS. 11. Kokpit, kabina i bagażniki: a) działanie oświetlenia zewnętrznego, oświetlenia kokpitu, kabiny; b) działanie drzwi kabiny i bagażników. 12. Działanie wyposażenia awaryjnego oraz właściwe zastosowanie poniższego wyposażenia awaryjnego samolotu: a) przenośne gaśnice; b) apteczki pierwszej pomocy; 13. Instalacja pneumatyczna i podciśnieniowa: a) elementy składowe instalacji pneumatycznej, źródło ciśnienia i uruchamiane elementy składowe; b) elementy sterowania i wskaźniki w kokpicie. 14. Przenośna instalacja tlenowa. • Zasady lotu w odniesieniu do samolotów wielosilnikowych tłokowych:



a) Rozkład sił w locie normalnym b) Strumienie zaśmigłowe – wpływ na różne fazy lotu c) Rozkład sił w locie z asymetrią ciągu i wpływ na osiągi i sterowanie: przesunięcie linii ciągu; wpływ asymetrii łopat śmigła; przesunięcie linii oporu aerodynamicznego; opór aerodynamiczny śmigła niesprawnego silnika; wzrost całkowitego oporu aerodynamicznego; asymetria siły nośnej; wpływ niesymetrycznego strumienia zaśmigłowego; wpływ odchylenia w locie poziomym i w zakręcie; para sił ciągu i wychylenia steru kierunku; wpływ długości ramienia pary sił. d) Pojęcie silnika krytycznego i jego identyfikacja e) Minimalna prędkość sterowności (VMC); definicja; pochodzenie; czynniki mające wpływ na (VMC): ciąg; masę i położenie środka ciężkości; wysokość; podwozie; klapy; klapyki regulujące chłodzenie silnika lub zastonki chłodnicy; turbulencję lub porywy; reakcje lub kompetencje pilota; przechylenie w kierunku pracującego silnika; opór aerodynamiczny; przestawianie śmigła w choraśmiewkę; silnik krytyczny. • Ograniczenia: 1. Ograniczenia ogólne: a) Ograniczenia prędkościowe: maksymalna składowa prędkości wiatru tylnego i boczno do startu i lądowania; maksymalne prędkości do wypuszczenia klap vfo; przy różnych ustawieniach klap vfe; przy wypuszczaniu i chowaniu podwozia vlo; przy wysuniętym podwoziu vle; przy maksymalnym wychyleniu sterów va, Ma; dla opon; przy jednym śmigle przestawionym w choraśmiewkę; minimalna prędkość sterowania w powietrzu vmca; minimalna prędkość sterowania na ziemi vmcg; prędkość przeciągnięcia w zróżnicowanych warunkach vs0, vs1; prędkość nieprzekraczalna vne; maksymalna prędkość dla normalnego lotu vmo; ograniczenia dotyczące wysokości i temperatury. b) Ograniczenia masowe: maksymalna masa do kołowania; maksymalna masa startowa; maksymalna masa do lądowania; masa przy zerowym paliwie; maksymalny współczynnik obciążenia podczas lotu; dopuszczalny zakres położenia środka ciężkości. 2. Ograniczenia dotyczące silnika: a) dane dotyczące działania silników: minimalne i maksymalne obroty (RPM) i temperatury głowic i gazów wylotowych (ograniczenia czasowe); minimalna i maksymalna temperatura oleju oraz ciśnienie; maksymalny czas uruchamiania i wymagane chłodzenie rozrusznika; ograniczenia śmigieł (użytkowania i przestawiania w choraśmiewkę). b) certyfikowane klasy oleju. 3. Ograniczenia dotyczące systemów/installacji: a) dane dotyczące działania następujących systemów/installacji: zasilanie energią elektryczną, maksymalne obciążenie układu zasilania; maksymalny czas zasilania z akumulatora w przypadku awarii; ograniczenia autopilota w różnych trybach pracy; zabezpieczenia przed oblodzeniem. b) instalacja paliwowa: certyfikowane specyfikacje paliwa, minimalne i maksymalne ciśnienia. 4. Wykaz wyposażenia minimalnego (MEL). • Wykonanie, planowanie i monitorowanie lotu: 1. Obliczanie osiągow dotyczących prędkości, gradientów, mas w różnych warunkach dla startu, przelotu, podejścia do lądowania i lądowania zgodnie z dostępną dokumentacją z uwzględnieniem następujących czynników: a) długość drogi rozprzedania lub zatrzymania; b) rozporządzalna długość rozbiegu przy starcie oraz rozporządzalna długość startu (TORA, TODA); c) temperatura, wysokość ciśnieniowa, nachylenie drogi startowej, wiatr; d) maksymalne obciążenie i maksymalna masa; e) minimalny gradient wznoszenia po awaria silnika; f) wpływ śniegu, topniejącego śniegu, wilgoci i stojącej wody na drodze startowej; g) możliwa awaria silnika podczas przelotu; h) stosowanie instalacji przeciwołodziowej; i) minimalny gradient wznoszenia podczas podejścia do lądowania i lądowania; j) maksymalna dopuszczalna masa lądowania oraz długość lądowania dla lotniska docelowego lub lotniska zapasowego z uwzględnieniem następujących czynników: rozporządzalna długość lądowania; temperatura, wysokość ciśnieniowa, nachylenie drogi startowej i wiatr; zużycie paliwa do lotniska docelowego lub do lotniska zapasowego. 2. Planowanie lotu w warunkach normalnych i anormalnych: optymalny lub maksymalny poziom lotu; minimalna wymagana wysokość bezwzględna lotu; ustawienie mocy silników podczas wznoszenia, przelotu i oczekiwania w zróżnicowanych warunkach jak również najbardziej ekonomiczny poziom przelotowy; optymalny i maksymalny poziom lotu oraz ustawienie mocy silników po awarii silnika. 3. Monitorowanie lotu. • Obciążenie i wyważenie oraz obsługa: 1. Obciążenie i wyważenie: arkusz załadunku i wyważenia z maksymalnymi masami dla startu i lądowania; limity środka ciężkości; wpływ zużycia paliwa na środek ciężkości; mocowanie ładunku. 2. Przykłady obliczania masy i wyważenia. • Procedury w sytuacjach awaryjnych: 1. Rozpoznanie sytuacji i czynności awaryjne: a) awaria silnika podczas startu i również w locie; b) nieprawidłowe działanie układu regulacji skoku śmigła; c) przegrzanie silnika, pożar silnika na ziemi i w locie; d) dym lub pożar instalacji elektrycznej; e) awaria zasilania energią elektryczną; f) awaria przyrządów; g) awaria instalacji hydraulicznej; h) awaria urządzeń zwiększających siłę nośną i układów sterowania lotem i) ponowne uruchomienie silnika w locie; j) awaryjne wypuszczenie podwozia. • Zasady pilotażu samolotu wielosilnikowego: 1. Lot z asymetrią ciągu a) Ustawianie śmigła w choraśmiewkę – sposób wykonania b) Wpływ na użytkowanie samolotu na prędkości przelotowej c) Omówienie nacisku stóp na stery w celu utrzymania stałego kursu (bez trymerów) d) Wyprowadzenie śmigła z choraśmiewki e) Ciąg zerowy f) Porównanie nacisku stóp na stery w przypadku ustawienia śmigła w choraśmiewkę i ustawienia ciągu zerowego g) Rozpoznawanie usterek silnika podczas lotu poziomego h) Rodzaje niesprawności nagła lub postępująca całkowita lub częściowa i) Identyfikacja niesprawnego silnika zasada: miękka noga = niesprawny silnik j) Potwierdzenie identyfikacji niesprawnego silnika k) Użycie, niewłaściwe użycie i ograniczenia: steru kierunku; lotek; sterów wysokości. l) Wpływ przechylenia lub ześlizgu i wyważenia; m) Zmniejszenie skuteczności lotek i steru kierunku; n) Możliwość przeciągnięcia statecznika pionowego; o) Wpływ zależności pomiędzy IAS i ciągiem; p) Wpływ szczytkowych nierównoważonych sił; q) Obciążenie nóg i trymerowanie. 2. Minimalne prędkości sterowności a) Metody praktycznego oszacowania prędkości krytycznych w locie poziomym i powrót do lotu normalnego b) Wpływ minimalnych prędkości sterowania na: przechylenie ustawianie ciągu zerowego konfigurację do startu 3. Przystawianie i nie przystawianie śmigła w choraśmiewkę a) Minimalne wysokości lotu, na których można wykonać ćwiczenie b) Obsługa silnika – środki ostrożności (przegrzanie, oblodzenie, wtryskiwanie paliwa rozruchowego, podgrzewanie, metody symulacji niesprawności silnika z wykorzystaniem instrukcji obsługi) • Wymagania specjalne dla samolotów ze 'szklanym kokpitem' wyposażonych w system wskaźników elektronicznych (EFIS): ogólne zasady projektowania sprzętu i oprogramowania komputerowego samolotów; system i wyświetlacze zamontowane na samolotach wielosilnikowych w OKL – charakterystyka, wyświetlane symbole, obsługa; sygnalizowanie alarmowe; możliwości rozpoznania błędów i czynności

do wykonania w przypadku awarii wyświetlaczy.	
Seminarium dyplomowe	K_W09, K_W10, K_U03, K_U04, K_U10, K_K03, K_K04

<p>• 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, prace projektowe, dokumentacja, odsyłacze literaturowe. Redakcja pracy dyplomowej: spis treści, wykaz oznaczeń, 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</p>	
<p>Systemy radionawigacyjne</p>	<p>K_W01, K_W02, K_W05, K_W06, K_W08, K_W09, K_U09, K_U14, K_K01, K_K02</p>
<p>• Systemy nawigacji hiperbolicznej - opis, zasada działania i parametry. Systemy nawigacyjne Gee, Decca, Loran-C, Chayka, Omega i Alfa; opis, zasada działania, parametry. • Klasyfikacja urządzeń radiolokacyjnych. Radiolokacja aktywna, pasywna i półaktywna. Systemy pracujące z falą ciągłą modulowaną i niemodulowaną. Systemy wykorzystujące efekt Dopplera - opis, zasada działania i parametry. Radiowysokościomierz i Dopplerowski miernik prędkości podróży. Radiolokacja pierwotna i wtórna. Radary PSR i SSR. • Nazemne, satelitarne i pokładowe systemy wspomaganie. Nazemne systemy wspomaganie GBAS: - zasada działania, - zasięg korekcji, pokrycie, - korekcja 3D w segmencie końcowym podejścia (przesyłanie bloku danych FAS). Satelitarne systemy wspomaganie SBAS: - zasada działania, - elementy systemu, - korzyści płynące z możliwości wykonywania podejść APV, - przykłady SBAS (np EGNOS, WAAS, GAGAN itd). Pokładowe systemy wspomaganie ABAS: - zasada działania, rodzaje: - użycie niewykorzystanych satelitów, RAIM, AAIM. Wykorzystanie systemów GNSS w trakcie podejścia do lądowania. • System podejścia do lądowania wg wskazań przyrządów ILS (zasada działania, zakres częstotliwości pracy, odczyt i interpretacja, pokrycie, zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność, geometria i parametry stref działania systemu, radiolatarnie nazemne - rozmieszczenie, parametry techniczne, uproszczony schemat blokowy, odbiorniki pokładowe - instalacja, uproszczony schemat blokowy, zasada działania, obsługa). • Pokładowy radar pogodowy: funkcja, zasada działania, częstotliwość i kształt wiązki, układ stabilizacji anteny, sposób użytkowania i wyświetlania informacji: - opis typowego panelu sterowania - tryby pracy - gradacja kolorów wskazujących na odbiciowość. Pokrycie i zasięg, błędy, dokładność ograniczenia Czynniki wpływające na zasięg i dokładność: - prawidłowe i nieprawidłowe ustawienie pochyleń (tilt). • Treści kształcenia TK01-TK06 obejmują oraz systematyzują wiadomości wymagane w przepisach PART-FCL, w zakresie: 062.02.06.00, 062.02.06.01, 062.02.06.02, 062.02.06.03, 062.03.03.02, 062.03.03.03, 062.03.03.04, 062.03.03.05, 062.06.02.00, 062.06.02.01, 062.06.02.02, 062.06.02.04</p>	
<p>Technika kosmiczna</p>	<p>K_W01, K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_U10</p>
<p>• Podstawowe zagadnienia z zakresu astronautyki i astronomii; misje near-space, loty suborbitalne, orbitalne, międzyplanetarne i międzygwiazdne. • Układ słoneczny, budowa, stan eksploracji • 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 wynoszenia satelitów, parametry orbit, korekcja 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, lądownika 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.</p>	
<p>Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja</p>	<p>K_W03, K_U07, K_K02</p>
<p>• 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 Fourier'a. 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 Fourier'a 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</p>	
<p>Trening kondycyjny</p>	<p>K_U04, K_K01, K_K02</p>
<p>• Treningi indywidualne z wykorzystaniem lotniczego przyrządu gimnastycznego - żyroskop, zwiększające odporność zmysłu równowagi pilota na zakłócenia orientacji przestrzennej w locie. Przygotowanie kondycyjne do lotów akrobacyjnych. • Technika ćwiczeń bazowych, pomocniczych i uzupełniających - programowanie jednostki zajęciowej. Trening ukierunkowany na wybrany cel z zastosowaniem odpowiednio dobranych akcesoriów i sprzętu treningowego . • Stabilność i mobilność, jako baza do długoterminowej działalności treningowej, ukierunkowanej na utrzymanie wysokiego poziomu sprawności oraz zdrowia psychofizycznego niezbędnego do wykonywania zawodu pilota. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej (Beep test) i</p>	

<p>pomiar składu ciała (analyzer składu ciała -Tanita). • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.</p>	
<p>Współpraca w załodze wieloosobowej</p>	<p>K_W09, K_U02, K_K01, K_K02</p>
<p>• Czynniki ludzkie, koncepcje i definicje: a) Podstawowe koncepcje; b) Czynniki ludzkie 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 uczenia się, popędy, motywacja i osiągnięcia). Osobowość i jej wpływ na bezpieczeństwo: a) Typy osobowości; b) Osobowość i postawy rozwój, wpływy środowiskowe; c) Indywidualne różnicowanie osobowościowe (samopoznanie); d) Identyfikowanie postaw niebezpiecznych (skłonność do 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 błędu (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 sytuacyjna). Podejmowanie decyzji - koncepcje podejmowania decyzji (strukturalna; granice; ocena ryzyka; praktyczne stosowanie). Porozumiewanie się i współpraca w kabinie 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) Obowiązek i rola. Analiza wypadków: a) 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.</p>	
<p>Wybrane działy matematyki 1</p>	<p>K_W01, K_U08</p>
<p>• 1. Liczby zespolone - przypomnienie podstawowych własności. 2. 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 uzmienniania stałej), równanie Bernoulliego, równanie zupełne, czynnik całkujący. 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 rzędu n. . Układy równań liniowych. 3. Szeregi liczbowe, potęgowe i trygonometryczne. Przypomnienie i uzupełnienie wiadomości dotyczących szeregów liczbowych (definicja, zbieżność, warunek konieczny zbieżności, kryteria zbieżności, szereg 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, residuum. 6. Przekształcenia całkowe. Transformata Laplace'a.</p>	
<p>Wybrane działy matematyki 2</p>	<p>K_W01, K_U08</p>
<p>• Związek układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego z równaniami różniczkowymi skalarnymi rzędu n-tego. Ogólne metody rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. Metoda eliminacji, metoda całek pierwszych. • Układy równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu. Metoda wartości własnych rozwiązywania jednorodnych układów równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu o stałych współczynnikach oraz metoda uzmienniania stałych do rozwiązywania układów liniowych niejednorodnych. • Zagadnienia początkowe i brzegowe dla równań różniczkowych cząstkowych. Równania różniczkowe cząstkowe liniowe oraz quasi-liniowe rzędu pierwszego. • Postać kanoniczna równania różniczkowego cząstkowego liniowego rzędu drugiego. • Szeregi Fouriera. Szereg trygonometryczny. Rozwijalność funkcji w szereg Fouriera. Warunki zbieżności szeregu Fouriera. Metoda Fouriera rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych.</p>	
<p>Wybrane zagadnienia szkolenia lotniczego</p>	<p>K_W06</p>
<p>• Zaawansowane zagadnienia z zakresu wykonywania i planowania lotów (na wniosek OKL Z. Piskor 20.01.2020) • Procedury Upset &amp; Recovery (na wniosek OKL Z. Piskor 20.01.2020) 1. Rodzaje sytuacji wymagających umiejętności postępowania w przypadkach wykraczających poza standardowy zakres eksploatacji samolotu. 2. Lot z małą prędkością na dużych kątach natarcia 3. Lot z dużą prędkością, zjawiska aeroelastyczności 4. Lot na dużej wysokości 5. Lot w turbulencji 6. Uskok wiatru 7. Lot w warunkach oblodzenia 8. Utrata orientacji przestrzennej 9. Problemy sprzężenia samolotu i pilota, oscylacje indukowane przez pilota (APC - Aircraft-Pilot Coupling, PIO - Pilot Induced Oscylations) 10. Systemy ostrzegania i przeciwdziałania sytuacjom zagrożenia</p>	
<p>Wychowanie fizyczne</p>	<p>K_K01, K_K02</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.</li> <li>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).</li> <li>Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m) i pomiar składu ciała (Tanita).</li> </ul>	
Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do zarządzania eksploatacją obiektów latających (rys historyczny, analiza problemów, wczesny okres eksploatacji w lotnictwie, zarządzanie techniczne itp.).</li> <li>Samolot jako obiekt eksploatacji.</li> <li>Koszty cyklu życia samolotu samolotu.</li> <li>Podstawy zarządzania eksploatacją obiektów latających (Cel, Rozwój programów eksploatacji, nowoczesne modele eksploatacji np. Maintenance Steering Group (MSG) approach).</li> <li>Definicje i cele</li> <li>Wymagania certyfikacyjne przedsiębiorstwa lotniczego</li> <li>Dokumentacja eksploatacyjna (np. Airplane maintenance manual, illustrated part catalog etc.).</li> <li>Wymagania procesu eksploatacji.</li> <li>Organizacja zarządzająca eksploatacją</li> <li>Obsługa techniczna</li> <li>Szkolenia</li> <li>Zarządzanie eksploatacją samolotu (w locie i na ziemi)</li> <li>Kontrola jakości</li> <li>Niezawodność</li> <li>Bezpieczeństwo</li> </ul>	
Zintegrowane systemy pokładowe	K_W01, K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do zintegrowanych systemów pokładowych. Systemy ADC, AHRS, ADAHRS, ADM, ADIRU, ADIRS, SAARU</li> <li>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 korekcji, błędy pomiaru. Użytkowanie systemu nawigacji, monitorowanie pracy systemu. Nawigacja TRN. Zintegrowane systemy INS/GNSS/TRN.</li> <li>Systemy nawigacji GNSS. Integralność danych nawigacyjnych. Zintegrowane systemy INS/GNSS</li> <li>Systemy radiolokacyjne. Radary PSR i SRR. Transpondery, mody A, C i S. Możliwości integracji systemów z wykorzystaniem modu S.</li> <li>System automatycznego zależnego wskazania ADS-B (ADS-B - Automatic Dependent Surveillance - Broadcast): zasada działania, właściwości, interpretacja wskazań. Łąca danych i integracja z systemami pokładowymi.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>Automatyczne systemy kontroli lotu. Układ flight director: 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.</li> <li>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 obsługowe.</li> <li>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 uskoju wiatru: zasada działania bezpośrednich i predykcyjnych systemów ostrzegania, rodzaje sygnalizacji i ich interpretacja.</li> <li>Pasywne detektory burzowe. Pokładowe radary meteorologiczne, integracja z systemami pokładowymi.</li> <li>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.</li> <li>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 użytkownika.</li> <li>Systemy bezzałogowe i ich wyposażenie.</li> <li>1. Kalibracja zintegrowanych sensorów (na przykładzie zintegrowanego pomiaru ciśnienia i temperatury).</li> <li>2. Algebra kwaternionów, modelowanie układów AHRS.</li> <li>3. Właściwości układów GNSS, analiza i modelowanie błędów.</li> <li>4. Zaawansowane techniki pomiarowe, analiza danych z prób w locie (IRT), estymacja kąta natarcia.</li> <li>5. Modelowanie układu FBW, kształtowanie właściwości pilotażowych.</li> <li>6. Systemy bezzałogowe. Szacowanie zasięgu, widzialności, bilans łącza radiowego.</li> <li>1. Zintegrowany układ ADAHRS-G (badania systemu G3X)</li> <li>2. System syntetycznej wizji (badania systemu PFC).</li> <li>3. System antykolizyjny (badania systemu PFC).</li> <li>4. Detektor burzowy (badania systemu TWR).</li> <li>5. Zintegrowany układ ADAHRS-G (badania systemu X-Sense)</li> <li>Treści kształcenia TK01-TK17 obejmują oraz systematyzują wiadomości wymagane w przepisach PART-FCL, w zakresie: 022.05.02.00, 022.05.02.01, 022.11.01.00, 022.12.09.00, 022.12.09.01, 022.12.09.02, 022.12.10.00, 022.13.01.01, 022.13.02.00, 022.13.03.00, 022.13.03.01, 022.13.03.02, 022.13.03.03, 022.13.04.00, 022.13.05.00, 022.13.06.00</li> </ul>	

### 3.3. Samoloty

#### 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.	75 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.	54 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. związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
3. rozwinięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1476&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

### 3.3.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminari um	Suma godzi n	Punkty ECTS	Egzami n	Oblig .
1	KZ	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	30	15	15	0	60	5	T	
1	ML	Metody komputerowe w inżynierii lotniczej	30	0	30	30	90	5	N	
1	ML	Technika kosmiczna	30	0	0	15	45	3	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	5	T	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>195</b>	<b>90</b>	<b>105</b>	<b>45</b>	<b>435</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
2	ML	Aerodynamika dużych prędkości	15	0	15	15	45	3	T	
2	MI	Angielska terminologia lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	ML	Lotnicze struktury kompozytowe	30	0	30	0	60	3	N	
2	ML	Lotnicze zespoły napędowe	15	0	15	15	45	3	N	
2	ML	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
2	ML	Metody optymalizacji w technice lotniczej	15	0	0	30	45	4	T	
2	ML	Podstawy astrodynamiki	15	0	0	15	30	2	T	
2	ML	Technika eksperymentu	0	0	30	0	30	2	N	
2	FM	Wybrane działy matematyki 2	15	15	0	0	30	2	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne	0	15	0	0	15	0	N	
2	ML	Wytrzymałość struktur cienkościennych	30	15	15	0	60	5	T	
2	ML	Zmęczenie i diagnostyka struktur lotniczych	15	15	15	0	45	2	N	

<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>150</b>	<b>90</b>	<b>150</b>	<b>75</b>	<b>465</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
3	MI	Angielska terminologia lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
3	MI	Pozyskiwanie danych z wykorzystaniem statków powietrznych	15	0	30	0	45	2	N	
3	ML	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	ML	Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu samolotów	15	0	0	15	30	1	N	
3	ZH	Przedmiot humanistyczny: socjologia, etyka	30	0	0	0	30	2	N	
3	ML	Seminarium dyplomowe (samoloty)	0	0	0	30	30	2	N	
3	ML	Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	30	0	0	0	30	1	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>90</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>195</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>435</b>	<b>210</b>	<b>285</b>	<b>165</b>	<b>1095</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

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	80 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	21
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)	13
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	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji	42 godz.

Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	4
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	40 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych 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=2021>

### 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=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Aerodynamika dużych prędkości	K_W05, K_W06, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>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 obracającej się planety, typowe trajektorie rakiet. Rakiety jedno- i wielostopniowe, optymalny podział stopni. • Wprowadzenie do dynamiki obiektów kosmicznych z wykorzystaniem oprogramowania MatLab • Masa, siła i prawo powszechnego ciążenia.</li> </ul>	
<p>Obliczenia na wektorach. • Lot balistyczny w próżni. Obliczenia numeryczne. • Układy odniesienia. Wyznaczanie 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. Wyznaczanie LP dla układu Jowisz-Słońce.</p>	
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"> <li>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 GVLM, Metoda panelowa dla konfiguracji trójwymiarowych • Przepływy ściśliwe I: Zlinearyzowane przepływy naddźwiękowe. Linearyzacja równania Bernoulliego dla ośrodka ściśliwego. 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 bryły osiowosymetrycznej strumieniem naddźwiękowym: Opór falowy. Reguła równoważności. OswaitishaKuene-Warda. „Reguła pół” Whitcomba. Bryła o minimalnym oporze falowym • Przepływy ściśliwe II: Przepływy hipersoniczne: Hipersoniczna fala uderzeniowa. Warstwa uderzeniowa. Opływ brył smukłych i zatępionych strumieniem hipersonicznym. Jonizacja ośrodka, 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 osiowosymetrycznej • Wyznaczanie interferencji kadłuba z płatem nośnym • Obliczanie rozkładu ciśnienia na różnych typach profili metodą panelową • Obliczanie rozkładu ciśnienia na płacie nośnym metodą panelową • Obliczenia rozkładu, prędkości ciśnienia, temperatury, na profilu w przepływie naddźwiękowym z wykorzystaniem teorii skośnych fal uderzeniowych i metody charakterystyk. • Obliczenia rozkładu obciążenia dla brył tępych w przepływie hipersonicznym • Pomiar rozkładu ciśnienia na bryle osiowosymetrycznej • Wyznaczanie charakterystyk skrzydła o małym wydłużeniu (delta) na podstawie pomiarów w tunelu aerodynamicznym. Wizualizacja opływu płata delta przy różnych katach natarcia. • Wzorcowanie kierunkowej sondy pneumatycznej • Wzorcowanie sondy termooanemometrycznej • Pomiar parametrów warstwy przyściennej metodą termooanemometryczną • Badanie przepływów naddźwiękowych metodą analogii płytkiej wody • Wyznaczanie rozkładu obciążenia na płacie cienkim o skończonym wydłużeniu w przepływie naddźwiękowym. (Obliczenia komputerowe)</li> </ul>	
Angielska terminologia lotnicza 1	K_U05

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkcje i zastosowanie urządzeń GPS. Słuchanie ze zrozumieniem: zastosowanie systemu GPS. Przydatne wyrażenia ćwiczenia leksykalne.</li> <li>• Zastosowanie nowoczesnych technologii - praca z tekstem. Czytanie i słuchanie – kosmiczne windy. Ćwiczenia leksykalne, produkcja - wyrażanie opinii na dany temat.</li> <li>• Podkreślenie zalet technicznych urządzeń - czytanie i mówienie: Otis – technologie zastosowane w nowoczesnych windach. Ćwiczenia leksykalne. Rozumienie tekstu ze słuchu.</li> <li>• Upraszczenie i ilustrowanie skomplikowanych wyjaśnień technicznych. Analiza dłuższych opisów technicznych. Praca z tekstem. Rozumienie tekstu ze słuchu.</li> <li>• Materiały i ich właściwości - praca z tekstem. Długość życia produktu - rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne.</li> <li>• Czytanie i słuchanie ze zrozumieniem: odzyskiwanie energii podczas hamowania. Właściwości materiałów. Słuchanie i czytanie ze zrozumieniem: włókno kevlar.</li> <li>• Jakość produktu – zwroty i wyrażenia. Części składowe i ich montaż. Rozumienie ze słuchu - cele nowego projektu technicznego.</li> <li>• Techniki produkcyjne. Pisanie - opis technik produkcyjnych i ich wady i zalety. Czytanie i rozumienie ze słuchu: cięcie strumieniowe. Ćwiczenia leksykalne.</li> <li>• Rodzaje łączników i mocowań – ćwiczenia leksykalne. Opis problemów technicznych: problemy techniczne. Praca z tekstem, analiza tekstu, mówienie, czytanie, słuchanie. Ćwiczenia leksykalne.</li> <li>• Warunki atmosferyczne w aspekcie lotniczym. Czytanie i słownictwo.</li> <li>• Zasady pilotowania samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Podstawowa budowa statku powietrznego. Czytanie, słownictwo.</li> <li>• Awaria - opis uszkodzeń i sposoby naprawy. Studium przypadku – wyciek paliwa w samolocie Airbus A 330.</li> </ul>	
Angielska terminologia lotnicza 2	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Budowa kadłuba. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Konstrukcja skrzydeł. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Powierzchnie sterowe. Czytanie, słuchanie, słownictwo.</li> <li>• Podwozie samolotu. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Wprowadzenie do napędów lotniczych. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Silnik tłokowy - komponenty i zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Usprawnienia i poprawki. Przedstawianie problemów. Sugestie dotyczące usprawnień technicznych. Rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. Dyskusja.</li> <li>• Omówienie napraw i konserwacji. Ćwiczenia leksykalne. Analiza tekstu słuchanego i czytanego.</li> <li>• Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Silnik turbośmigłowy. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Odczyty danych z urządzeń. Praca z tekstem, czytanie, mówienie i słuchanie. Ćwiczenia leksykalne.</li> <li>• Wprowadzenie do napędu odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Rodzaje napędu odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> </ul>	
Angielska terminologia lotnicza 3	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cykl pracy silnika odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Sprężarka odśrodkowa. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Sprężarka osiowa. Czytanie, słuchanie, słownictwo.</li> <li>• Turbiny. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Wprowadzenie do komór spalania. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Rodzaje komór spalania cz. I. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Rodzaje komór spalania cz. II. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Typy układów wydechowych. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Podstawowa budowa helikopterów. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Helikoptery - zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Przyczyny uszkodzeń i wad technicznych.</li> <li>• Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne.</li> </ul>	
Fizyka współczesna	K_W02, K_U01, K_U04, K_U07, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Funkcja falowa, interpretacja funkcji falowej, równanie Schroedingera, kwantowanie wielkości fizycznych, atomy wieloelektronowe, zasada Pauliego, promienie X, lasery. Kwantowa transmisja informacji (kubity, kudity). Idea komputera kwantowego.</li> <li>• Materia skondensowana; rodzaje kryształów, poziomy i pasma energetyczne, metale i półprzewodniki. Nowe materiały we współczesnej technice lotniczej.</li> <li>• Budowa jądra atomowego, oddziaływania jądrowe, rozpady jądrowe, reakcje jądrowe, defekt masy, równoważność masy i energii. Energetyka jądrowa.</li> <li>• Rozwój nowoczesnych metod badawczych, przyrządów pomiarowych i ich wpływ na rozwój fizyki współczesnej i techniki, nanotechnologia.</li> </ul>	
Lotnicze zespoły napędowe	K_W08, K_W09, K_U01, K_U10, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• historia i tendencje rozwojowe silników lotniczych</li> <li>• Rozwój silników tłokowych</li> <li>• rozwój silników turbinowych</li> <li>• Akty prawne wymuszające zmianę w konstrukcji silników lotniczych</li> <li>• sprawdzian zaliczeniowy</li> <li>• ćwiczenia rachunkowe z oceny uwarunkowań eksploatacyjnych silnika tłokowego i turbinowego</li> <li>• projekty z zagadnień dotyczących rozwoju silników turbinowych</li> <li>• projekty z zakresu zagadnień dotyczących rozwoju silników turbinowych</li> <li>• projekty z zakresu rozwoju technik eksploatacji silnika</li> <li>• Laboratorium z zakresu rozwoju konstrukcji lotniczych</li> </ul>	
Mechanika lotu	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_K02, K_K04



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyki atmosfery, atmosfera standardowa, warunki niestandardowe, wysokość ciśnieniowa. Pomiar wysokości i prędkości lotu -machometr.</li> <li>• Siły aerodynamiczne działające na samolot, minimalny opór aerodynamiczny, prędkość VMD, minimalna moc niezbędna, prędkość minimalnej mocy VemP. Zależności aerodynamiczne, biegunowa analityczna, doskonałość aerodynamiczna.</li> <li>• Charakterystyki osiągowie lotniczych zespołów napędowych. Zużycie paliwa. Wpływ czynników zewnętrznych oraz poziomu mocy. Modele obliczeniowe zespołów napędowych.</li> <li>• Osiągi przelotowe: zasięg jednostkowy (SAR), jednostkowa długość lotu (SE). SAR oraz SE dla samolotu z napędem odrzutowym. Scenariusze realizacji przelotu.</li> <li>• Analiza charakterystyk przelotowych samolotu z napędem odrzutowym dla scenariuszy: 1) Cruise-Climb, 2) M=const, <math>\alpha</math>=const, 3) p=const, M=const.</li> <li>• Optymalne parametry przelotowe samolotu z napędem odrzutowym dla 3 analizowanych scenariuszy. Porównanie scenariuszy realizacji przelotu. Wpływ masy, wysokości przelotowej i temperatury na zasięg.</li> <li>• Zasięg i długość lotu samolotu z napędem śmigłowym oraz mieszanym.</li> <li>• Osiągi samolotu w fazie wznoszenia i schodzenia z wysokości przelotowej.</li> <li>• Minimalizacja zużycia paliwa, czasu i kosztów w fazie wznoszenia i schodzenia samolotu.</li> <li>• 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.</li> <li>• Start samolotu: fazy, analiza prędkości, ograniczenia pasa, czynniki zewnętrzne, siły działające na samolot, niezbędna długość drogi startowej.</li> <li>• Lądowanie samolotu: fazy, oszacowanie długości lądowania, wpływ czynników zewnętrznych.</li> <li>• Osiągi manewrowe samolotu. Obwiednia możliwości manewrowych samolotu. Analiza manewrów podłużnych i bocznych, osiągi manewrowe samolotu transportowego.</li> <li>• Szacowanie osiągow samolotu na podstawie pomiarów w locie. Wyznaczenie osiągow przelotowych, w fazie wznoszenia i schodzenia oraz w trakcie startu i lądowania.</li> <li>• Planowanie lotu: wykorzystanie danych osiągowych, wymagania certyfikacyjne, zestawienie najważniejszych charakterystyk osiągowych, zależność masy handlowej od zasięgu, procedury operacyjne, przykłady zastosowania.</li> <li>• Wyznaczenie charakterystyk atmosfery dla warunków standardowych i poza standardowych.</li> <li>• Charakterystyk osiągowie i zużycia paliwa lotniczych zespołów napędowych.</li> <li>• Wyznaczenie odległości pokonanej przez samolot w fazie przelotowej dla założonego scenariusz realizacji przelotu. Wyznaczenie optymalnych warunków przelotowych.</li> <li>• Wyznaczenie charakterystyk osiągowych samolotu w fazie wznoszenia i schodzenia z wysokości przelotowej. Ocena wpływu masy samolotu i czynników zewnętrznych (poza standardowe warunki atmosferyczne, wiatr).</li> <li>• Start i lądowanie samolotu. Analiza ograniczeń wpływające na charakterystyki osiągowie w fazie startu i lądowania – zajęcia problemowe.</li> <li>• Wyznaczenie charakterystyk samolotu w fazie startu lub lądowania. Analiza wpływu masy i czynników zewnętrznych.</li> <li>• Wyznaczenie możliwości manewrowych samolotu w trakcie wykonywania manewrów podłużnych lub bocznych – obwiednia możliwości manewrowych.</li> <li>• Szacowanie osiągow samolotu na podstawie pomiarów w locie – zajęcia warsztatowe.</li> <li>• Modelowanie charakterystyk atmosfery dla warunków standardowych i poza standardowych.</li> <li>• Modelowanie charakterystyk osiągowych i zużycia paliwa lotniczych zespołów napędowych.</li> <li>• Modelowanie lotu samolotu w fazie przelotowej.</li> <li>• Modelowanie wybranych fragmentów lotu samolotu w fazie wznoszenia lub schodzenia z wysokości przelotowej. Modelowanie przelotu samolotu.</li> <li>• Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu z uwzględnieniem czynników zewnętrznych (warunki pasa, warunki pogodowe).</li> <li>• Modelowanie matematyczne wybranych manewrów symetrycznych i niesymetrycznych samolotu.</li> <li>• Metody i narzędzia wykorzystywane w badaniach w locie.</li> </ul>	
Metoda elementów skończonych	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelowanie elementów struktur cienkościennych, modelowanie struktur półskorupowych, poddanych działaniu ciśnienia oraz obciążeń gnących i skręcających</li> <li>• Modelowanie lotniczych struktur nośnych (model skrzydła, kadłuba, usterzenia)</li> <li>• Modelowanie skomplikowanych elementów bryłowych metodami parametrycznymi oraz przy zastosowaniu modelowania bryłowego</li> <li>• Wstęp do analizy nieliniowej, zastosowanie materiałów o charakterystyce nieliniowej</li> <li>• Analiza zagadnień kontaktowych, modelowanie zespołów węzłów lotniczych struktur nośnych</li> <li>• Analiza utraty stateczności elementów cienkościennych</li> <li>• Analiza wpływu rozszerzalności cieplnej materiału – termobimetales</li> <li>• Analiza elementów wirujących</li> <li>• Analiza dynamiki konstrukcji – częstości i postaci drgań własnych</li> </ul>	
Metody komputerowe w inżynierii lotniczej	K_W01, K_W04, K_W05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U13, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do problematyki obliczeń numerycznych</li> <li>• Wprowadzenie do modelowania w środowisku Matlab</li> <li>• Rozwiązywanie równań liniowych w odniesieniu do problemów projektowania</li> <li>• Metody rozwiązywania układów równań liniowych</li> <li>• Problemy aproksymacji i interpolacji w zastosowaniu do zagadnień technicznych (projektowanie i badania)</li> <li>• Całkowanie numeryczne oraz jego techniczne wykorzystanie</li> <li>• Różniczkowanie numeryczne z aspektami wykorzystania w zagadnieniach technicznych</li> <li>• Wykorzystanie środowiska Matlab Simulink do rozwiązania problemów modelowania i symulacji procesów technicznych</li> <li>• Zapoznanie ze środowiskiem Matlab oraz jego możliwościami</li> <li>• Opracowanie programu rozwiązywania równania liniowego jednej zmiennej w środowisku Matlab</li> <li>• Opracowanie programu rozwiązania układu równań o określonych cechach (macierz pełna, macierz rzadka, macierz diagonalna)</li> <li>• Rozwiązywanie problemów aproksymacji i interpolacji wyników badań</li> <li>• Opracowanie programów całkowania numerycznego wybraną metodą</li> <li>• Procedury różniczkowania numerycznego i ich wykorzystanie do rozwiązania zadań z eksploatacji</li> <li>• Wprowadzenie do środowiska Simulink</li> <li>• Tworzenie prostych schematów symulacyjnych urządzeń technicznych i wykonywanie symulacji</li> </ul>	
Metody optymalizacji w technice lotniczej	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do optymalizacji</li> <li>• Optymalizacja konstrukcji lotniczych</li> <li>• Kryteria optymalizacyjne, ograniczenia</li> <li>• Optymalizacja wariantowa w systemach CAX</li> <li>• Optymalizacja topologiczna części lotniczych</li> <li>• Perspektywy i kierunki rozwoju optymalizacji konstrukcji z wykorzystaniem oprogramowań CAX. Zaliczenie</li> <li>• Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu płaskownik</li> <li>• Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu cienkościenna rura</li> <li>• Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu układ stalowych prętów</li> <li>• Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie wielowypustowe</li> <li>• Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu sprężyna</li> <li>• Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu węzeł łożyskowy</li> <li>• Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu zginana belka</li> <li>• Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu słup rurowy</li> <li>• Rozwiązywanie</li> </ul>	

<p>przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie spawane • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie sworzniove • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu sprzęgło cierna • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie nitowe • Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu przekładnia zębata</p>	
Podstawy astrodynamiki	K_W04, K_W05, K_W06, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_K02
<p>• Wprowadzenie. Założenia modelu fizycznego samolotu. Układy współrzędnych. Określenie równań ruchu samolotu. • Określenie sił i momentów działających na samolot. Siły i momenty aerodynamiczne - składniki od wychylenych powierzchni sterowych. • Odpowiedź samolotu. Postać równań ruchu dogodna do analizy odpowiedzi samolotu na starowanie lub wymuszenia zewnętrzne. • Odpowiedź samolotu na sterowanie podłużne. Metody rozwiązania równań ruchu. • Odpowiedź samolotu na sterowanie niesymetryczne. Metody rozwiązania równań ruchu. • Lot w atmosferze turbulentej. Modele turbulencji. Model poddmuchu. 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. • Modele poddmuchu. 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.</p>	
Praca dyplomowa	K_W08, K_W10, K_U01, K_U04, K_K01, K_K03
<p>• 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</p>	
Prawo i przepisy lotnicze w projektowaniu samolotów	K_W07, K_W10, K_U04, K_K01
<p>• 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. • Ogólne normy spełniania wymagań • Szybowce i motoszybowce. samoloty kat. normalnej, użytkowej, akrobacyjnej i transportu lokalnego. Wiropląty małe i duże. samoloty bardzo lekkie.</p>	
Seminarium dyplomowe (samoloty)	K_W09, K_W10, K_U02, K_U06, K_K03
<p>• 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</p>	
Technika eksperymentu	K_W02, K_W05, K_W09, K_U03, K_K02
<p>• 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.</p>	
Technika kosmiczna	
<p>• Zarys historii podboju kosmosu • Okołoziemskie bazy satelitarne • Odzyskiwalne systemy kosmiczne • Powiązania między wynalazkami • Wojskowe użycie przestrzeni kosmicznej • Środki przeżycia w przestrzeni kosmicznej • Podróże międzyplanetarne</p>	
Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	K_W03, K_U07, K_K02

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 Fourier'a. 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 Fourier'a 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</li> </ul>	
matematycznego modelu ruchu samolotu	
Wybrane działy matematyki 1	K_W01, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.Liczy zespolone - przypomnienie podstawowych własności. 2. Układy równań liniowych. Twierdzenie KroneckeraCapelliego. 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 uzmienniania stałej), równanie Bernoulliego, równanie zupełnie, czynnik całkujący. 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 rzędu n. . 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. Rozwijanie 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.</li> </ul>	
Wybrane działy matematyki 2	K_W01, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Związek układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego z równaniami różniczkowymi skalarnymi rzędu n-tego. Ogólne metody rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. Metoda eliminacji, metoda całek pierwszych. • Układy równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu. Metoda wartości własnych rozwiązywania jednorodnych układów równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu o stałych współczynnikach oraz metoda uzmienniania stałych do rozwiązywania układów liniowych niejednorodnych. • Zagadnienia początkowe i brzegowe dla równań różniczkowych cząstkowych. Równania różniczkowe cząstkowe liniowe oraz quasi-liniowe rzędu pierwszego. • Postać kanoniczna równania różniczkowego cząstkowego liniowego rzędu drugiego. • Szeregi Fouriera. Szereg trygonometryczny. Rozwijalność funkcji w szereg Fouriera. Warunki zbieżności szeregu Fouriera. Metoda Fouriera rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych.</li> </ul>	
Wychowanie fizyczne	K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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).</li> </ul>	
Wytrzymałość struktur cienkościennych	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 macierzowym i tensorowym • Podstawowe równania teorii plastyczności. Ciało nieliniowo-sprężyste i ciało plastyczne • Intensywność naprężeń i odkształceń.. Modele ciał sprężystoplastycznych, warunek plastyczności. • Prawo plastycznej zmiany postaci. Teoria Hencky - Iliuszyna, , Levy - Misesa, Prandtl'a Reussa • - Zarys teorii stateczności. Metody badania ustrojów: metoda analizy równowagi, metoda energetyczna, podział zagadnień stateczności konstrukcji, wyboczenie giętno-skrętne i skrętne profili otwartych • . Obciążenia krytyczne płyt i powłok – omówienie wyników. Praca konstrukcji po utracie stateczności, lokalne zniszczenie płyt i powłok żebrowanych, praca ścinanej płyty po utracie stateczności</li> </ul>	
Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	

### 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.	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.	75 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	29 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;
- rozwińnięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=L&TK=html&S=1478&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

### 3.4.2. 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	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
1	ML	Metody komputerowe w inżynierii lotniczej	30	0	30	30	90	5	N	
1	ML	Modelowanie osiągnięć silników lotniczych	30	15	15	0	60	4	T	
1	ML	Technika kosmiczna	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	5	T	
1	MD	Wymiana ciepła i masy	30	15	15	0	60	4	T	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>195</b>	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>45</b>	<b>450</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
2	ML	Aerodynamika dużych prędkości	15	0	15	15	45	3	T	
2	MI	Angielska terminologia lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	ML	Maszyny przepływowe	30	0	0	15	45	3	T	
2	ML	Mechanika lotu	30	0	15	0	45	3	N	
2	ML	Metody optymalizacji w technice lotniczej	15	0	0	30	45	4	T	
2	ML	Napędy statków kosmicznych	15	0	0	15	30	2	N	
2	ML	Projektowanie silników lotniczych	15	0	0	30	45	3	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	DL	Wychowanie fizyczne	0	15	0	0	15	0	N	
2	ML	Wytrzymałość i dynamika maszyn wirnikowych	30	15	15	0	60	3	T	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>195</b>	<b>90</b>	<b>75</b>	<b>105</b>	<b>465</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
3	MI	Angielska terminologia lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
3	ML	Badanie zespołów napędowych	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 silników lotniczych	15	0	0	15	30	2	N	
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	1	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>75</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>180</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>465</b>	<b>210</b>	<b>225</b>	<b>195</b>	<b>1095</b>	<b>90</b>	<b>7</b>	<b>2</b>

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.

### 3.4.3. 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	7
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	90 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	21
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	10 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	4 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	24 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	11
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte 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	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji	57 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	70 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych 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=2021>

### 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=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Aerodynamika dużych prędkości	K_W05, K_W06, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>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 obracającej się planety, typowe trajektorie rakiet. Rakiety 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. Wyznaczanie 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. Wyznaczanie LP dla układu Jowisz-Słońce.</li> </ul>	
Angielska terminologia lotnicza 1	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>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 - wyrażanie opinii na dany temat. • Podkreślenie zalet technicznych urządzeń - czytanie i mówienie: Otis – technologia 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.</li> </ul>	
Angielska terminologia lotnicza 2	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>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 turbośmigłowy. 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.</li> </ul>	
Angielska terminologia lotnicza 3	K_U05

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cykl pracy silnika odrzutowego. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Sprężarka odśrodkowa. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Sprężarka osiowa. Czytanie, słuchanie, słownictwo.</li> <li>• Turbiny. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Wprowadzenie do komór spalania. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Rodzaje komór spalania cz. I. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Rodzaje komór spalania cz. II. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Typy układów wydechowych. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Podstawowa budowa helikopterów. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Silnik tłokowy - cykl pracy. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Helikoptery - zasada działania. Czytanie, słownictwo, mówienie.</li> <li>• Przyczyny uszkodzeń i wad technicznych.</li> <li>• Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne.</li> </ul>	K_U05, K_U07, K_U08, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do problematyki badań silników lotniczych</li> <li>• Stanowisko badawcze silnika tłokowego i wyznaczanie charakterystyk lotniczych silników tłokowych</li> <li>• Badania lotniczych silników elektrycznych</li> <li>• Stanowiska badawcze i wyznaczanie charakterystyk lotniczych silników turbinowych</li> <li>• Wyznaczanie charakterystyki sprężarki</li> <li>• Pomiar hałasu i składu spalin silników lotniczych</li> </ul>	K_W02, K_U01, K_U04, K_U07, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Materia skondensowana; rodzaje kryształów, poziomy i pasma energetyczne, metale i półprzewodniki. Nowe materiały we współczesnej technice lotniczej.</li> <li>• Budowa jądra atomowego, oddziaływania jądrowe, rozpady jądrowe, reakcje jądrowe, defekt masy, równoważność masy i energii. Energetyka jądrowa.</li> <li>• Rozwój nowoczesnych metod badawczych, przyrządów pomiarowych i ich wpływ na rozwój fizyki współczesnej i techniki, nanotechnologia.</li> </ul>	K_W06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacje określające wartość współczynnika zmniejszenia mocy dla różnych kształtów łopatek wirnika sprężarki promieniowej. Odmiany konstrukcyjne dyfuzorów. Równania przepływu przez kolektor i dyfuzor rurkowy. Typy konstrukcyjne układów wylotowych sprężarki promieniowej. Dwustopniowe sprężarki promieniowe - budowa i zasada działania. Przewał i kanał nawrotny. Charakterystyczne parametry i wskaźniki stopnia sprężarki osiowej. Warunki równowagi promieniowej strumienia. Typy prerotacji. Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wylocie wieńca wirnikowego 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.</li> <li>• 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. Przepływ przestrzenny i mechanizm przepływów wtórnych w palisadzie o skończonej wysokości łopatki. Rozkład parametrów strumienia wzdłuż łopatek stopnia turbiny.</li> </ul>	K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U02, K_U06, K_U08, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyki atmosfery, atmosfera standardowa, warunki niestandardowe, wysokość ciśnieniowa. Pomiar wysokości i prędkości lotu - machometr.</li> <li>• Siły aerodynamiczne działające na samolot, minimalny opór aerodynamiczny, prędkość VMD, minimalna moc niezbędna, prędkość minimalnej mocy VemP. Zależności aerodynamiczne, bieżunowa analityczna, doskonałość aerodynamiczna.</li> <li>• Charakterystyki osiągowie lotniczych zespołów napędowych. Zużycie paliwa. Wpływ czynników zewnętrznych oraz poziomu mocy. Modele obliczeniowe zespołów napędowych.</li> <li>• Osiągi przelotowe: zasięg jednostkowy (SAR), jednostkowa długość lotu (SE). SAR oraz SE dla samolotu z napędem odrzutowym. Scenariusze realizacji przelotu.</li> <li>• Analiza charakterystyk przelotowych samolotu z napędem odrzutowym dla scenariuszy: 1) Cruise-Climb, 2) M=const, a=const, 3) p=const, M=const.</li> <li>• Optymalne parametry przelotowe samolotu z napędem odrzutowym dla 3 analizowanych scenariuszy. Porównanie scenariuszy realizacji przelotu. Wpływ masy, wysokości przelotowej i temperatury na zasięg.</li> <li>• Zasięg i długość lotu samolotu z napędem śmigłowym oraz mieszanym.</li> <li>• Osiągi samolotu w fazie wznoszenia i schodzenia z wysokości przelotowej.</li> <li>• Minimalizacja zużycia paliwa, czasu i kosztów w fazie wznoszenia i schodzenia samolotu.</li> <li>• Start i lądowanie samolotu. Ograniczenia samolotu wpływające na charakterystyki osiągowie w fazie startu i lądowania: ograniczenia</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• masy, ograniczenia środowiskowe, ograniczenia zespołu napędowego, ograniczenia pasa startowego.</li> <li>• Start samolotu: fazy, analiza prędkości, ograniczenia pasa, czynniki zewnętrzne, siły działające na samolot, niezbędna długość drogi startowej.</li> <li>• Lądowanie samolotu: fazy, oszacowanie długości lądowania, wpływ czynników zewnętrznych.</li> <li>• Osiągi manewrowe samolotu. Obwiednia możliwości manewrowych samolotu. Analiza manewrów podłużnych i bocznych, osiągi manewrowe samolotu transportowego.</li> <li>• Szacowanie osiągow samolotu na podstawie pomiarów w locie. Wyznaczenie osiągow przelotowych, w fazie wznoszenia i schodzenia oraz w trakcie startu i lądowania.</li> <li>• Planowanie lotu: wykorzystanie danych osiągowych, wymagania certyfikacyjne, zestawienie najważniejszych charakterystyk osiągowych, zależność masy handlowej od zasięgu, procedury operacyjne, przykłady zastosowania.</li> <li>• Modelowanie charakterystyk atmosfery dla warunków standardowych i poza standardowych.</li> <li>• Modelowanie charakterystyk osiągowych i zużycia paliwa lotniczych zespołów napędowych.</li> <li>• Modelowanie lotu samolotu w fazie przelotowej.</li> <li>• Modelowanie wybranych fragmentów lotu samolotu w fazie wznoszenia lub schodzenia z wysokości przelotowej. Modelowanie przelotu samolotu.</li> <li>• Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu z uwzględnieniem czynników zewnętrznych (warunki pasa, warunki pogodowe).</li> <li>• Modelowanie matematyczne wybranych manewrów symetrycznych i niesymetrycznych samolotu.</li> <li>• Metody i narzędzia wykorzystywane w badaniach w locie.</li> </ul>	
Metoda elementów skończonych	

<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelowanie skomplikowanych elementów bryłowych metodami parametrycznymi oraz przy zastosowaniu modelowania bryłowego</li> <li>Wstęp do analizy nieliniowej, zastosowanie materiałów o charakterystyce nieliniowej</li> <li>Analiza zagadnień kontaktowych, modelowanie zespołów węzłów lotniczych struktur nośnych</li> <li>Analiza wpływu rozszerzalności cieplnej materiału – termobimetale, wpływ rozszerzalności cieplnej na obciążenia konstrukcji</li> <li>Analiza elementów wirujących</li> <li>Analiza dynamiki konstrukcji – częstości i postaci drgań własnych</li> <li>Modelowanie zespołów turbin oraz sprężarek</li> <li>Modelowanie struktur cienkościennych</li> </ul>	K_W01, K_W04, K_W05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U13, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do problematyki obliczeń numerycznych</li> <li>Wprowadzenie do modelowania w środowisku Matlab</li> <li>Rozwiązywanie równań liniowych w odniesieniu do problemów projektowania</li> <li>Metody rozwiązywania układów równań liniowych</li> <li>Problemy aproksymacji i interpolacji w zastosowaniu do zagadnień technicznych (projektowanie i badania)</li> <li>Całkowanie numeryczne oraz jego techniczne wykorzystanie</li> <li>Różniczkowanie numeryczne z aspektami wykorzystania w zagadnieniach technicznych</li> <li>Wykorzystanie środowiska Matlab Simulink do rozwiązania problemów modelowania i symulacji procesów technicznych</li> <li>Zapoznanie ze środowiskiem Matlab oraz jego możliwościami</li> <li>Opracowanie programu rozwiązywania równania liniowego jednej zmiennej w środowisku Matlab</li> <li>Opracowanie programu rozwiązywania układu równań o określonych cechach (macierz pełna, macierz rzadka, macierz diagonalna)</li> <li>Rozwiązywanie problemów aproksymacji i interpolacji wyników badań</li> <li>Opracowanie programów całkowania numerycznego wybraną metodą</li> <li>Procedury różniczkowania numerycznego i ich wykorzystanie do rozwiązania zadań z eksploatacji</li> <li>Wprowadzenie do środowiska Simulink</li> <li>Tworzenie prostych schematów symulacyjnych urządzeń technicznych i wykonywanie symulacji</li> </ul>	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do optymalizacji</li> <li>Optymalizacja konstrukcji lotniczych</li> <li>Kryteria optymalizacyjne, ograniczenia</li> <li>Optymalizacja wariantowa w systemach CAX</li> <li>Optymalizacja topologiczna części lotniczych</li> <li>Perspektywy i kierunki rozwoju optymalizacji konstrukcji z wykorzystaniem oprogramowań CAX</li> <li>Zaliczenie</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu płaskownik</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu cienkościenna rura</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu układ stalowych prętów</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie wielowypustowe</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu sprężyna</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu węzeł łożyskowy</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu zginana belka</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu słup rurowy</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie spawane</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie sworzniowe</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu sprzęgło cierna</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu połączenie nitowe</li> <li>Rozwiązywanie przykładowych zadań z optymalizacji konstrukcji lotniczych na przykładzie elementu typu przekładnia zębata</li> </ul>	K_W01, K_W02, K_W04, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do problematyki modelowania</li> <li>Modelowanie czynnika roboczego w silniku lotniczym</li> <li>Modelowanie charakterystyk zespołów składowych silnika turbinowego</li> <li>Modela i analiza charakterystyk różnych typów silników turbinowych</li> <li>Modelowanie współpracy zespołów silników w stanach pozaobliczeniowych</li> <li>Modelowanie charakterystyk silników w stanach przejściowych</li> <li>Metody obliczania właściwości gazów w zależności od temperatury i właściwości gazu</li> <li>Wyznaczanie charakterystyk osiągowych silnika jednoprzepływowego</li> <li>Obliczenia charakterystyk silników na podstawie charakterystyk zespołów</li> <li>Modelowanie osiągowych silników turbinowych - ćwiczenia laboratoryjne w środowisku Matlab</li> </ul>	K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podział napędów kosmicznych : silniki strumieniowe (ramjet, scramjet) , silniki rakietowe, 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 rakietowych. Rodzaje i właściwości paliw chemicznych. Stałe paliwa rakietowe. • Przemiany energetyczne w silnikach rakietowych. Charakterystyka czynnika roboczego. Równanie zachowania energii i zmiany pędu. Impuls silnika rakietowego. Przemiany termodynamiczne. • Przepływ gazów przez dyszę wylotową. Profilowanie dyszy, parametry krytyczne. Zależność parametrów dyszy od wymiarów geometrycznych dyszy. Obliczenia prędkości wypływu i masowego natężenia przepływu.. Przepływ izentropowy gazów. Ciąg oraz impuls jednostkowy silnika rakietowego. Charakterystyki wysokościowe i sprawność silnika. • Procesy spalania w komorach silników rakietowych. Spalanie ustalone i niustalone. Zapłon i regulacja spalania. Spalanie mieszanin dwufazowych. Wtryski i rozpylanie składników paliw ciekłych. Procesy mieszania składników paliw dwufazowych. • Rozruch silników rakietowych na paliwo stałe i ciekłe. Niestabilność procesów spalania. Procesy wymiany ciepła w silnikach rakietowych. Izolacja termiczna aktywna i pasywna. Charakterystyka układów zasilania silników rakietowych na paliwo ciekłe. • Zespoły konstrukcyjne układów zasilania silników na stały i ciekły materiał pędny. Problemy regulacji i sterowania silników rakietowych. Projektowanie napędów rakietowych. • Rakietowe silniki hybrydowe. Struktura napędu. Obszary zastosowań. Analiza charakterystyk. Metody kontroli i sterowania ciągiem w silnikach rakietowych. Elektryczne zespoły napędowe. Perspektywy i kierunki rozwoju napędów kosmicznych • 1. Projekt silnika strumieniowego. Dobór parametrów obliczeniowych. Wyznaczenie ciągu przelotowego. 2. Wyznaczenie ciągu</li> </ul>	statycznego silnika rakietowego na paliwo stałe. 3. Wyznaczenie charakterystyki silnika pulsacyjnego na stanowisku badawczym. Pomiar parametrów termo gazodynamicznych. Wyznaczenie ciągu. 4. Projekt silnika rakietowego 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 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 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 zdatności 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 Przeciwpożarowa 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 • Silniki tłokowe. Konstrukcja. CS-E 210 Analiza Usterek CS-E 230 Odladanie i zabezpieczenia 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 osiągnięć 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 przyspieszenia CS-E 400 Próby nadobrotów 2 CS-E 430 Próby natrysku paliwa CS-E 440 Próby trwałościowe CS-E 450 Próby zapłonu CS-E 460 Próby cofania płomienia CS-E 470 Zanieczyszczone wody • 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 obcych ciał CS-E 560 Układ paliwowy CS-E 570 Układ olejowy 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 osiągnięć 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 obciążeń 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 ptaka CS-E 810 Awaria łopatki sprężarki i turbiny CS-E 820 Próba nadmiernego momentu obrotowego CS-E 830 Maksymalne nadobrotowy silnika CS-E 840 Integralność wirnika CS-E 850 Wały sprężarki, 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 2½ - Minutowej Mocy OEI CS-E 890 Próby urządzenia ciągu wstecznego 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 ESKPLOATACJI 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 DODATKI DODATEK A KONCENTRACJA DESZCZU I GRADU W ATMOSFERZE, NORMY DLA CERTYFIKACJI • CS-E KSIĘGA 2 AKCEPTOWALNE SPOSOBY SPEŁNIENIA WYMAGAŃ. PODCZĘŚĆ A POSTANOWIENIA OGÓLNE AMC do CS-E 10 (c) Urządzenia ciągu wstecznego 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 zdatności 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 (d) Wyposażenie w przyrządy AMC do CS-E 70 Odlewy, odkuwki, konstrukcje spawane i części spawane AMC do CS-E 80 Osprzęt AMC do CS-E 130 Instalacja Przeciwpożarowa AMC do CS-E 140 Próby - konfiguracja Silnika AMC do CS-E 150 (a) Próby - Warunki mające zastosowanie we wszystkich próbach AMC do CS-E 150 (f) Próby trwałościowe - Przeglądy 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 osiągnięć 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) Próba trwałościowa - Program dla silników posiadających turbodoładowarkę. AMC do CS-E 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 obcych ciał AMC do CS-E 560 Układ paliwowy AMC do CS-E 570 Układ olejowy PODCZĘŚĆ E - SILNIKI TURBINOWE; UDOWADNIANIE TYPU AMC do CS-E 600 (e) Próba - Ogólne AMC do CS-E 620 Osiągi : Wzory AMC do CS-E 640 Ciśnienie statyczne i próby zmęczenia 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 obciążeń 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 ptaka AMC do CS-E 810 Awaria łopatki 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 wstecznego AMC do CS-E 920 Próba nadmiernej temperatury • <b>PODCZEŚĆ F - SILNIKI TURBINOWE SPECYFIKACJE KONSTRUKCYJNE W ZAKRESIE ESKPLOATACJI I OCHRONY ŚRODOWISKA</b> 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"> <li>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 i śmigłowcowego z wolną turbiną napędową. Model silnika dwuprzepływowego z oddzielnymi wylotami z obu kanałów. Obliczenia termogazodynamiczne jednoprzepływowego silnika: odrzutowego, śmigłowego i śmigłowcowego oraz dwuprzepływowego z oddzielnymi wylotami z obu kanałów.</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_W09, K_W10, K_U02, K_U06, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>	
Spalanie i komory spalania	K_W06, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kryteria klasyfikacji spalania . Rodzaje mieszanin palnych. Elementy kinetyki chemicznej. Reakcje łańcuchowe. Mechanizm spalania węglowodorów .Proces rozprzestrzeniania się płomienia.Laminarne spalanie mieszanki. Turbulentne spalanie mieszanki. Kryterium Michelsona. Współczynnik nadmiaru powietrza. Wymagania względem komór spalania. Klasyfikacja komór spalania.Stabilizacja płomienia w komorach spalania. Straty ciśnienia spiętrzenia w komorach spalania.Organizacja procesów mieszania w komorach 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. Opływ stabilizatorów. Stabilizacja płomienia ciałem o kształcie nieopływowym.Straty ciśnienia spiętrzenia w dopalaczu. Charakterystyki dopalacza. Chłodzenie ścianek.</li> </ul>	
Technika kosmiczna	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zarys historii podboju kosmosu • Okołoziemskie bazy satelitarne • Odzyskiwalne systemy kosmiczne • Powiązania między wynalazkami • Wojskowe użycie przestrzeni kosmicznej • Środki przeżycia w przestrzeni kosmicznej • Podróże międzyplanetarne</li> </ul>	
Technologia silników lotniczych	K_W05, K_W08, K_U10, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>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 przeróbki 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 CVD i PVD • Wizyta studyjna w zakładzie przemysłowym produkującym elementy silników lotniczych</li> </ul>	
Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	K_W03, K_U07, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>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 Fourier'a. 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 Fourier'a 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</li> </ul>	
Wybrane działy matematyki 1	K_W01, K_U08

• 1. Liczby zespolone - przypomnienie podstawowych własności. 2. 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 uzmienniania stałej), równanie Bernoulliego, równanie zupełne, czynnik całkujący. 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 rzędu n. . Układy równań liniowych. 3. Szeregi liczbowe, potęgowe i trygonometryczne. Przypomnienie i uzupełnienie wiadomości dotyczących szeregów liczbowych (definicja, zbieżność, warunek konieczny zbieżności, kryteria zbieżności, szereg 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, residuum. 6. Przekształcenia całkowe. Transformata Laplace'a.

Wybrane działy matematyki 2	K_W01, K_U08
-----------------------------	--------------

• Związek układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego z równaniami różniczkowymi skalarnymi rzędu n-tego. Ogólne metody rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. Metoda eliminacji, metoda całek pierwszych. • Układy równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu. Metoda wartości własnych rozwiązywania jednorodnych układów równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu o stałych współczynnikach oraz metoda uzmienniania stałych do rozwiązywania układów liniowych niejednorodnych. • Zagadnienia początkowe i brzegowe dla równań różniczkowych cząstkowych. Równania różniczkowe cząstkowe liniowe oraz quasi-liniowe rzędu pierwszego. • Postać kanoniczna równania różniczkowego cząstkowego liniowego rzędu drugiego. • Szeregi Fouriera. Szereg trygonometryczny. Rozwijalność funkcji w szereg Fouriera. Warunki zbieżności szeregu Fouriera. Metoda Fouriera rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych.

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).

Wymiana ciepła i masy	K_W02, K_W04, K_U01, K_U06, K_U07, K_U08, K_K03
-----------------------	---

• 1. Przewodzenie - prawo Fouriera . Równanie nieustalonego przewodzenia ciepła jedno i wielowymiarowe ze źródłami ciepła w różnych układach współrzędnych, szczególnie przypadki. Przewodność cieplna materiałów; 2. Przejmowanie ciepła. Krytyczna średnica izolacji. 3. Przewodzenie 2-wymiarowe - rozwiązanie analityczne-przykład. Współczynniki kształtu. 4. Nieustalone przewodzenie ciepła - system skupiony z akumulacją; 5. Nieustalona wymiana ciepła dla ciał z konwekcyjnym warunkiem brzegowym - przypadki: półprzestrzeni, nieskończonej płyty i walca oraz kuli. wykresy Heislera i Grobera i kombinacje rozwiązań; 6. Konwekcja wymuszona - prawo Newtona dla konwekcji Równanie Bernoulliego dla przepływu nielepkiego i równanie energii dla płynów ściśliwych. Konwekcja wymuszona przy płaskiej płycie. 7. Laminarna warstwa przyścienna: r.ciągłości masy, r. pędu. 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 Nuselta; 8. 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 Nuselta, 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. Promieniowanie gazów. Promieniowanie przez medium absorbujące i przepuszczające 12. Wymienniki ciepła: typy wymienników ciepła, problemy konstrukcyjne; 13. Wymiana masy. • Ogólne równanie transportu dowolnej zmiennej: dyfuzja, konwekcja, generacja, akumulacja. Metoda różnic skończonych: dyskretyzacja w przestrzeni, szereg Taylora, błąd obcięcia, warunki brzegowe. Metoda objętości skończonych: dyskretyzacja w przestrzeni, zasada zachowania dowolnej zmiennej, dyskretyzacja pochodnych, warunki brzegowe. Metoda elementów skończonych: dyskretyzacja w przestrzeni, funkcje kształtu, rodzaje i rząd elementów, dyskretyzacja równań, metoda pozostałości ważonej, funkcje wagi, metoda Galerkina, układ równań liniowych w postaci macierzowej, warunki brzegowe. • 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 • 1. Pomiar strat ciepła przez przegrody za pomocą miernika typu ścianka pomocnicza; 2. Wyznaczanie dyfuzyjności cieplnej metodą stanu uporządkowanego; 3. Doświadczalne określenie współczynnika przejmowania ciepła w warunkach nieustalanej wymiany ciepła w ciele stałym; 4. Wyznaczanie współczynnika wymiany masy / ciepła techniką elektrolityczną • Wyznaczanie współczynnika wymiany masy / ciepła metodą sublimacji naftalenu • Symulacje numeryczne zagadnień wymiany ciepła w środowisku ANSYS Mechanical. Reprezentacja geometrii 1D, 2D i 3D. Warunki brzegowe pierwszego i drugiego rodzaju. Warunek brzegowy symetrii. Rodzaje elementów w ANSYS Mechanical. Reprezentacja 2D osiowosymetryczna. Konfiguracja domeny o kilku regionach. Zagadnienia nieliniowe: właściwości materiałowe i warunki brzegowe zależne od temperatury. Objętościowa generacja ciepła. Opór kontaktowy. Zagadnienie wymiany ciepła w stanie nieustalonym. Zagadnienie proste i odwrotne wymiany ciepła. Promieniowanie do otoczenia i pomiędzy powierzchniami domeny. Wyniki symulacji - całkowita moc cieplna wymieniana przez powierzchnię. Zagadnienie konwekcji wymuszonej z pełnym rozwiązaniem pola prędkości w ANSYS Fluent.

Wytrzymałość i dynamika maszyn wirnikowych	K_W01, K_W04, K_U01, K_U07, K_U13, K_K01, K_K02
--	---

• 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 Campbell'a • Zjawisko zwiększania częstotliwości rezonansowej łopatek w trakcie wirowania. Wykres Campbella dla wirującej łopatki • Wybrane zagadnienia z mechaniki pęknięcia i wytrzymałości zmęczeniowej. Inicjacja pęknięcia, propagacja pęknięć . Sposoby prognozowania trwałości zmęczeniowej struktury • Modelowanie numeryczne procesów drgańowych łopatek sprężarek i turbin maszyn wirnikowych • Poznanie podstawowych funkcji systemu wibracyjnego • Badanie częstotliwości i postaci drgań belki wspornikowej • Badanie częstotliwości drgań własnych łopatki 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

• 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