Załącznik nr 3
do uchwały nr 62/2019 Senatu
Politechniki Rzeszowskiej
z dnia 18.07.2019 r.

Program studiów

Lotnictwo i kosmonautyka

pierwszego stopnia

Cykl kształcenia: 2019/2020

Profil studiów: ogólnoakademicki

PRK VI

1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	**Lotnictwo i kosmonautyka**
Poziom studiów	**pierwszego stopnia**
Profil studiów	**ogólnoakademicki**
Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów	**inżynieria mechaniczna**
Liczba semestrów	**8**
Specjalności realizowane na kierunku	Awionika Pilotaż Płatowce Silniki lotnicze
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	**240**
Łączna liczba godzin zajęć	Awionika : **2850** Pilotaż : **3045** Płatowce : **2850** Silniki lotnicze : **2850**
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określane przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	inżynier

2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	ma wiedzę w zakresie matematyki niezbędną do opisu zagadnień technicznych z uwzględnieniem problemów występujących w lotnictwie, w tym: rachunek macierzowy, rachunek całkowy, rachunek operatorowy, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe, elementy probabilistyki i statystyki matematycznej oraz elementy matematyki dyskretnej.	**P6S_WG**
K_W02	posiada wiedzę w zakresie fizyki obejmującą mechanikę punktu materialnego i bryły sztywnej, ruch drgający i falowy, termodynamikę, fizykę statystyczną, elektryczność i magnetyzm, oraz optykę niezbędną do zrozumienia i opisu zjawisk fizycznych występujących w zagadnieniach technicznych, a szczególnie lotniczych.	**P6S_WG**
K_W03	ma podstawową wiedzę w zakresie informatyki dotyczącą przetwarzania informacji, elementów sprzętowych i programowych systemów mikrokomputerowych, algorytmiki i programowania oraz z zakresu automatyki dotyczącą typowych układów regulacji automatycznej i sterowania, ich opisu i właściwości.	**P6S_WG**
K_W04	posiada podstawową uporządkowaną wiedzę w zakresie elektrotechniki obejmującą podstawowe prawa, metody pomiarowe, maszyny elektryczne i elementy obwodów elektrycznych oraz wiedzę z zakresu elektroniki dotyczącą elementów oraz układów elektronicznych stosowanych w lotnictwie	**P6S_WG**
K_W05	ma uporządkowaną wiedzę związaną z grafiką inżynierską, odwzorowaniem i wymiarowaniem konstrukcji oraz technikami komputerowego wspomagania projektowania maszyn	**P6S_WG**
K_W06	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki technicznej i wytrzymałości materiałów niezbędną do formułowania i rozwiązywania problemów technicznych w oparciu o prawa mechaniki oraz wykonywania analiz wytrzymałościowych elementów konstrukcyjnych w lotnictwie	**P6S_WG**
K_W07	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu termodynamiki i mechaniki płynów pozwalającą opisywać i modelować zjawiska fizyczne, w tym wymianę ciepła w procesach oraz siły działające na opływane ciało	**P6S_WG**
K_W08	posiada uporządkowaną wiedzę na temat materiałów inżynierskich, technik wytwarzania, technologii oraz metod pomiarowych stosowanych w lotnictwie	**P6S_WG**
K_W09	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu silników lotniczych	**P6S_WG**
K_W10	posiada uporządkowaną podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie wyposażenie pokładowego, instalacji pokładowych oraz lotniczych systemów sterowania	**P6S_WG**
K_W11	posiada uporządkowaną podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki lotu i aerodynamiki oraz budowy i projektowania obiektów latających	**P6S_WG**
K_W12	orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych w obszarze lotnictwa	**P6S_WK**
K_W13	posiada podstawową wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów lotniczych oraz metodach planowania i nadzorowania zadań obsługowych dla zapewnienia ich niezawodnej eksploatacji	**P6S_WK**
K_W14	ma wiedzę ogólną niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej; zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące w przemyśle lotniczym	**P6S_WK**
K_W15	ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania w przedsiębiorstwach lotniczych, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej	**P6S_WK**
K_W16	ma podstawową wiedzę ochrony własności intelektualnej i prawa patentowego	**P6S_WK**
K_U01	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	**P6S_UW**
K_U02	potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik, stosując profesjonalny język właściwy dla danego zagadnienia i środowiska zawodowego, a także w innych środowiskach	**P6S_UW**
K_U03	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.	**P6S_UO**
K_U04	ma umiejętność samokształcenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	**P6S_UU**
K_U05	posługuje się językiem obcym w stopniu wystarczającym do porozumiewania się, a także czytania ze zrozumieniem katalogów, instrukcji obsługi urządzeń, opisów narzędzi informatycznych oraz podobnych dokumentów.	**P6S_UK**
K_U06	potrafi posługiwać się odpowiednio dobranymi technikami oraz narzędziami informatycznymi do realizacji zadań inżynierskich	**P6S_UW**
K_U07	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	**P6S_UO**
K_U08	potrafi rozwiązywać zadania inżynierskie wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne	**P6S_UW**
K_U09	potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich obejmujących projektowanie elementów i urządzeń stosowanych w lotnictwie, dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne	**P6S_UW**
K_U10	ma przygotowanie do podjęcia pracy w przemyśle lotniczym, stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy związane z tą pracą	**P6S_KO**
K_U11	potrafi przeprowadzić wstępną analizę ekonomiczną podejmowanych działań inżynierskich	**P6S_UO**
K_U12	potrafi korzystać z dokumentacji technicznej producentów oraz dokonywać analizy i oceny właściwości urządzeń, instalacji lub systemów stosowanych w lotnictwie	**P6S_UW**
K_U13	potrafi zaplanować i przeprowadzić badania stosowanych w lotnictwie urządzeń, przyrządów, systemów lub ich części oraz w przypadku wykrycia nieprawidłowości zdiagnozować przyczyny ich powstawania	**P6S_UW**
K_U14	potrafi opracować specyfikację nieskomplikowanych urządzeń lub systemów stosowanych w lotnictwie, obejmującą podstawowe parametry funkcjonalne	**P6S_UW**
K_U15	potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich, w tym typowych dla zagadnień lotniczych, oraz wybierać i stosować odpowiednie metody i narzędzia	**P6S_UO**
K_U16	potrafi opracować projekt urządzenia, instalacji lub systemu stosowanego w lotnictwie, zgodnie z zadaną specyfikacją, przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi.	**P6S_UW**
K_U17	potrafi sformułować algorytm i opracować program komputerowy w języku programowania, stosownie do postawionego problemu	**P6S_UW**
K_K01	rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się - podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych	**P6S_KR**
K_K02	ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera lotnictwa, w tym jego wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje	**P6S_KR**
K_K03	ma świadomość ważności zachowania się w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej	**P6S_KR**
K_K04	ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną, potrafi podporządkować się zasadom pracy w zespole, potrafi określić priorytety służące realizacji postawionego zadania	**P6S_KO**
K_K05	potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	**P6S_UO**
K_K06	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	**P6S_KK**

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.	126 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	84 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.	13 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	81 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 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=1472&C=2019, które stanowią integralną część programu studiów.

3.1.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	■
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	■
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	■
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	■
Sumy za semestr: 1			**225**	**90**	**0**	**0**	**315**	**30**	**2**	**4**
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Informatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	■
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	■
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 2			**180**	**60**	**120**	**0**	**360**	**30**	**2**	**2**
3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	■
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	■
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	■
Sumy za semestr: 3			**210**	**165**	**75**	**0**	**450**	**30**	**3**	**3**
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	■
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	■
4	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	4	N	
4	MK	Podstawy konstukcji maszyn (S+C)	30	0	0	30	60	4	N	
4	ML	Silniki lotnicze i kosmiczne	30	0	15	0	45	4	N	
4	MP	Techniki wytwarzania 1	15	0	15	0	30	2	N	
4	MG	Techniki wytwarzania 2	15	0	15	0	30	2	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wyposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
Sumy za semestr: 4			**195**	**105**	**105**	**30**	**435**	**30**	**2**	**2**
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	■
5	ML	Mechanika lotu 1	30	30	15	0	75	5	T	
5	MI	Metrologia 1	15	15	15	0	45	2	N	
5	MI	Mikroprocesory i układy programowalne	30	0	30	0	60	4	N	■
5	MI	Pokładowe systemy sterowania 1	30	15	30	0	75	5	T	■
5	ME	Praktyka produkcyjna	0	0	0	0	0	2	N	
5	MI	Przyrządy pokładowe 1	30	0	15	0	45	3	T	■
5	MT	Technologia lotnicza	30	0	15	0	45	3	N	
5	MI	Teoria sterowania	30	0	15	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 5			**195**	**90**	**135**	**0**	**420**	**30**	**3**	**4**
6	MI	Informatyczne systemy awioniki	15	0	30	0	45	4	N	
6	MI	Instalacje pokładowe 1	30	15	0	0	45	4	T	■
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MI	Niezawodność i diagnostyka urządzeń awioniki	30	0	15	0	45	3	N	
6	MI	Pokładowe systemy sterowania 2	0	0	0	45	45	4	N	
6	MI	Przyrządy pokładowe 2	0	0	0	45	45	4	N	
6	MI	Sterowanie zespołami napędowymi	30	0	15	0	45	3	T	
6	MI	Urządzenia radiowe	30	0	45	0	75	5	T	
Sumy za semestr: 6			**135**	**45**	**105**	**90**	**375**	**30**	**4**	**1**

7	ML	Eksploatacja statków latających	15	0	15	0	30	3	N	
7	MI	Instalacje pokładowe 2	15	0	30	45	90	6	T	
7	MI	Lotnicze układy pomiarowe	30	0	15	0	45	4	N	
7	MI	Niezawodność i diagnostyka urządzeń awioniki	0	0	0	30	30	5	N	
7	MI	Prawo i przepisy lotnicze 1	30	0	0	0	30	3	N	
7	MI	Technika eksperymentu	0	30	0	0	30	4	N	
7	MI	Technika symulacji lotu	0	0	30	0	30	5	N	
Sumy za semestr: 7			**90**	**30**	**90**	**75**	**285**	**30**	**1**	**0**
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Projektowanie lotniczych układów automatyki	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	MI	Wybrane zagadnienia optymalizacji w lotnictwie	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	
Sumy za semestr: 8			**90**	**30**	**0**	**90**	**210**	**30**	**0**	**0**
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			**1320**	**615**	**630**	**285**	**2850**	**240**	**17**	**16**

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. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.1.2. Mogą być wybierane przez studentów niezależnie od wyborów specjalności/ścieżki kształcenia.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
3	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	5	N	
5	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	3	N	

3.1.4. 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 osiąganych 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	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	26 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	7 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	464.12 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	30 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	26 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	235 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	31
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	114.50 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	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	215 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	19
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	154.17 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=1472&C=2019

3.1.5. 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=1472&C=2019, które stanowią integralną część programu studiów.

Aerodynamika 1	K_W07, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01
• Teoria profilu cienkiego: dekompozycja zagadnienia na opływ formy symetrycznej i szkieletowej. Systematyka profili NACA. Zagadnienie proste i odwrotne w teorii profilu cienkiego. Model „1/4-3/4" Weissingera-Pistolesiego. Modyfikacja teorii profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: klapa, slot, klapa szczelinowa. Wpływ ściśliwości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtla-Glauerta. • Profil o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu brzegowego do wyznaczania opływu profili pojedynczych i ich układów. Rodzaje warunków brzegowych: Dirichleta i Neumana. Przegląd metod panelowych wady i zalety. Wybrane metody obliczeniowe: liniowy rozkład wirów, stały rozkład dipoli. Wpływ ściśliwości: poprawka von Kármána-Tsiena • Warstwa warstwa przyścienna na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Metoda Heada dla turbulentnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jonesa dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Sterowanie cyrkulacją na profilu, efekt Coandy. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i oblodzenia na charakterystyki płata nośnego. • Płat o skończonym wydłużeniu I: Opis geometrii płata nośnego: definicja powierzchni nośnej, wydłużenie, średnia cięciwa aerodynamiczna. Teoria linii nośnej. Metoda Treftza-Glauerta. Kąt indukowany, odchylenie strug za skrzydłem. Opór indukowany. Współczynnik siły nośnej i współczynnik oporu indukowanego Cz, Cxi. Rozkład cyrkulacji zapewniający minimalny opór indukowany: twierdzenie Munka. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ziemi (ekranu) na charakterystyki aerodynamiczne płata, wpływ płata na usterzenie w układzie klasycznym. Uproszczone szacowanie wpływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmayra, funkcja Theodorsena, przeciągnięcie dynamiczne • Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową: zastosowanie pomiaru metody Jonesa do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profili lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z klapą szczelinową • Płat o skończonym wydłużeniu : pomiar wagowy siły nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termoanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej	
BHP i ergonomia	K_W14, K_U10
• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Budowa i projektowanie obiektów latających	K_W11, K_W12, K_U01, K_K04
• Ogólne wprowadzenie do zagadnień Lotnictwa, uwarunkowania fizyczne, techniczne, ekonomiczne i prawne • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu, • Zespoły napędowe • Podstawowe osiągi w locie • organizacja procesu projektowania, uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie). • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie. • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne. Model masowy samolotu: nomenklatura i zasady szacowania masy. • Ogólne informacje o przepisach budowy samolotów i instytucjach nadzoru lotniczego, Normowanie obciążeń samolotu: zasady ogólne wyznaczania obciążeń i podstawowe typy obciążeń w locie i na ziemi • Przegląd układów konstrukcyjnych samolotów i typów struktur nośnych (kratownicowych, półskorupowych i skorupowych) • Schematy konstrukcyjne: płatów, kadłubów, usterzeń, podwozi i płatowcowych elementów zespołów napędowych. • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne.	
Egzamin inżynierski	K_W12, K_U08, K_K03
• Egzamin pisemny	
Ekonomia	K_W14, K_W15, K_U01, K_U11, K_K05
• Wprowadzenie do ekonomii (zarys myśli ekonomicznej, podstawowe pojęcia, zasady i założenia analizy mikroekonomicznej, miejsce ekonomii w systemie nauk społecznych i związki z innymi dyscyplinami nauki). Wprowadzenie do mikroekonomii. • Model gospodarki rynkowej (instytucje, produktywność, sprawność, podmioty, zasoby i strumienie w systemie gospodarczym; rynek - klasyfikacje i zasady funkcjonowania). • Popyt (prawo popytu, wyjątki, determinanty, elastyczność popytu), podaż (prawo podaży, wyjątki, determinanty, elastyczność podaży), równowaga rynkowa w krótkim, średnim i długim okresie, wpływ cen regulowanych na rynek, model pajęczyny. • Teoria wyboru konsumenta (funkcjonowanie gospodarstw domowych, użyteczność, I i II prawo Gossena, renta konsumenta Marshalla, równowaga konsumenta). • Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa (wprowadzenie do teorii przedsiębiorstwa, podstawowe definicje, klasyfikacje i procesy). • Funkcja produkcji w krótkim i długim okresie, efekty skali, wybór optymalnej technologii. • Instrumenty zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie, funkcja kosztów w długim i krótkim okresie, zagadnienie kosztów a płynność finansowa. • Konkurencja doskonała a konkurencja monopolistyczna. • Konkurencja ograniczona - monopol i oligopol. • Wprowadzenie do makroekonomii, podstawowe zjawiska i problemy makroekonomiczne. • Rozwój systemów gospodarczych, wzrost gospodarczy - pomiar i uwarunkowania produktu i dochodu narodowego oraz jego determinanty, koniunktura gospodarcza (cykle) oraz rola inwestycji w gospodarce, analiza sytuacji w Europie i na świecie. • Znaczenie sektora finansów publicznych, organizacja SFP (podsektory), wpływ polityki fiskalnej na dochód narodowy, rola państwa w gospodarce, budżet jako narzędzie oddziaływania na gospodarkę, zagadnienie deficytu budżetowego i długu publicznego, wpływ pomocy publicznej (w tym ze środków UE) na rozwój podmiotów gospodarki narodowej, analiza sytuacji w Europie. • Rozwój systemu pieniężnego, rola pieniądza w gospodarce, pieniądz sensu stricte i sensu largo, popyt na pieniądz, podaż pieniądza i mechanizmy jego kreacji, ilościowa teoria pieniądza, agregaty pieniądza. • System bankowy państwa, rola banku centralnego i polityki monetarnej, narzędzia polityki monetarnej, rynek międzybankowy oraz działalność banków komercyjnych. • Zjawisko inflacji oraz jej skutki społeczne i ekonomiczne, popytowe i podażowe przyczyny inflacji, pomiar zjawisk inflacyjnych - wskaźniki inflacji, analiza sytuacji w Europie, polityka antyinflacyjna. • Rynek pracy, polityka zatrudnienia, znaczenie kompetencji oraz procesów demograficznych, elastyczność rynku pracy, bezrobocie jako problem ekonomiczno-społeczny. • Międzynarodowe relacje gospodarcze, rynek walutowy, bilans płatniczy, jednolity rynek Unii Europejskiej i jego znaczenie dla rozwoju państw członkowskich, w tym rozwijających się. Rola Unii Europejskiej w gospodarce globalnej.	
Eksploatacja statków latających	K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K02, K_K05
• Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej • Terminologia z zakresu eksploatacji • Problemy eksploatacyjne techniki lotniczej • Ocena właściwości eksploatacyjnej pojedynczego elementu • Analiza właściwości eksploatacyjnych złożonych systemów technicznych • Organizacja systemu transportowego • Systemy bezpieczeństwa lotów • Badania eksploatacyjne statków powietrznych • Organizacja procesu obsługi naziemnej statku powietrznego • Procedury przygotowania do lotu statku powietrznego • Procedury przeglądu statku powietrznego po locie	
Fizyka 1	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04
• Elementy mechaniki klasycznej:Zasady dynamiki Newtona. Zasady zachowania: energii, pędu, momentu pędu. Mechanika brył sztywnych. • Elementy szczególnej teorii względności: zasada względności, koncepcja czasu i przestrzeni, czasoprzestrzeń, geometria czasoprzestrzeni. Transformacje Lorentza. Kinematyka i dynamika relatywistyczna. • Pole elektromagnetyczne. Oddziaływanie ładunków w ruchu. Fale elektromagnetyczne. • Optyka geometryczna i falowa. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. • Elementy wibroakustyki. Drgania harmoniczne proste, tłumione i wymuszone. Pełny zakres częstotliwości fal sprężystych; infradźwięki, dźwięki, ultradźwięki, hiperdźwięki. Właściwości fizyczne ultradźwięków, zastosowania w technice. Obszar słyszalności, poziom ciśnienia akustycznego. Hałas. Ochrona środowiska . • Elementy optyki. Optyka geometryczna, optyka falowa. Zastosowania w technice. • Przenikanie się i wzajemna stymulacja fizyki i techniki.	
Fizyka 2	K_W02, K_U08
• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Regula faz Gibbsa, wyznaczanie ilości stopni swobody • Wykresy fazowe stopów dwuskładnikowych z przemianą eutektyczną i perytektyczną • Wykresy fazowe stopów trójskładnikowych. • Nadprzewodnictwo • Zajęcia organizacyjne • przepływ ciepła w metalach i stopach - pomiar przewodnictwa cieplnego • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe w metalach i stopach • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Widma atomowe • Zajęcia zaliczeniowe	
Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	K_W05, K_U12, K_K04
• Przedmiot, cel i zakres geometrii wykreślnej. Elementy podstawowe w geometrii wykreślnej i podstawowe pojęcia. Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przybależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur z płaszczyzny rzutującej. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w ośmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Punkt przebicia wielościanu prostą. Przenikanie wielościanów. • Powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. • Widoki, przekroje i kłady przedmiotów. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Rysunki wykonawcze części maszyn. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Praca kontrolna: pismo techniczne. • Sprawdzian: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. • Sprawdzian: rzuty prostokątne. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna: przenikanie brył. • Sprawdzian: przekroje proste. Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Uzupełnienie dokumentacji studenta.	
Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	K_W05, K_U12, K_K01
• Zastosowanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Przypomienie wiadomości o tolerancjach geometrycznych, pasowaniach i chropowatości powierzchni. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i	

zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elekroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe • Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Przekroje złożone: na podstawie rysunku asonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych wraz z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: tuleja, wał, koło zębate, pokrywa, wspornik. • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji.

Historia techniki lotniczej	K_W12

• Epoka pierwszych wzlotów balonowych. Pionierzy aerostatów. Bracia Montgolfier, Alberto Santos-Dumont. Początki techniki sterowców. Wykorzystanie wczesnych silników spalinowych do napędu aerostatów. • Rozwój techniki sterowcowej. Sterowce szkieletowe hrabiego Zeppelina - struktura sterowców. Wykorzystanie duraluminium w konstrukcjach sterowców • Właściwości profilu aerodynamicznego, zasada działania skrzydła, podstawowe wielkości aerodynamiczne, lot ślizgowy. Biegunowa profilu, skrzydła, samolotu. Projekty statków powietrznych epoki wczesnopionierskiej. • Pierwsze loty ślizgowe. Szybowce Otto Lilienthalla. Pierwsze loty silnikowe: samoloty braci Wright • Zasady silnikowego lotu horyzontalnego. Stateczność statyczna, zapas stateczności. Samoloty epoki pionierskiej. Alberto Santos-Dumont, Henry Farman, Louis Bleriot. Pierwsze przeloty rekordowe • Zasada działania sterów i lotek. Urządzenia zmieniające właściwości aerodynamiczne skrzydła. Polskie konstrukcje lotnicze ery pionierskiej • Lotnictwo wojskowe I Wojny Światowej. Rozwój konstrukcji lotniczych - pierwsze struktury półskorupowe i skorupowe. Lotnice silniki spalinowe okresu I WS. Sylwetki lotników: Manfred von Richthoffen, Albert Ball, Rene Fonck, Ostwald Boelcke, Charles Nungesser • Rozwój lotnictwa komunikacyjnego okresu międzywojennego. Wielkie przeloty rekordowe. Wyścig Londyn-Melbourne. • Podstawowe zagadnienia wytrzymałości konstrukcji. Rodzaje struktur lotniczych i sposoby przenoszenia obciążeń Początki wielkich koncernów lotniczych: Boeing, Douglas. Pierwsze konstrukcje lotnicze o cienkościennych pokryciach pracujących • Konstrukcje lotnicze II Wojny Światowej. Pierwsze napędy odrzutowe. Polskie konstrukcje lotnicze wykorzystane w wojnie obronnej. Rozwój silników spalinowych: sławne konstrukcje (Junkers, BMW, Rolls-Royce, Alisson, Wright) Sylwetki sławnych lotników • Projekty lotnicze końcowego etapu wojny i ich wykorzystanie w okresie powojennym. Rozwój napędów odrzutowych, samoloty użyte podczas konfliktu w Korei. Rozwój samolotów komunikacyjnych okresu powojennego. Pierwsze konstrukcje pasażerskie z napędem odrzutowym. • Początki zastosowania kompozytów w lotnictwie. Konstrukcje militarne do zadań specjalnych: samoloty U-2 i Lockheed Blackbird. Przegląd wojskowych konstrukcji powojennych, do czasów współczesnych • Początki techniki rakietowej. Zasady lotu orbitalnego, prędkości kosmiczne. Zarys historii lotów kosmicznych • Zajęcia seminaryjne - referaty na tematy uzgodnione z prowadzącym, z zakresu historii lotnictwa i techniki lotniczej

Informatyczne systemy awioniki	K_W03, K_W10, K_U06, K_U08, K_K04

• Wstęp: 1. Zasady tworzenie projektów awioniki (Diagram V, normy i przepisy w tym CS-23, CS-25, DO-178, DO-254, DO-160G) (W01), 2. Projekt systemu awioniczego (m.in. struktura oprogramowania)(W02). Komunikacja: 3. Cyfrowe magistrale w lotnictwie - cyfrowa magistrala ARINC 429 (W03), 4. Cyfrowa magistrala CAN oraz protokół CAN Aerospace (Rozproszone systemy sterujące i pomiarowe - na przykładzie RPAS) (W04). Oprogramowanie i osprzęt: 5. Budowa oprogramowania w oparciu o automatyczną generację kodu (W05), 6. Implementacja sprzętowa (W06). Trendy w rozwoju awioniki: 7. Planowanie lotu - systemy EFB, IMA, Podsumowanie (W07,W08). • 1. Zapoznanie z zasadami panującymi w laboratorium oraz warunkami zaliczenia (L01), 2. Planowanie budowy systemu awionicznego (L02), 3. Magistrala ARINC 429 - analiza protokołu transmisji (L03), 4. Cyfrowa magistrala CAN - badania sygnałów na magistrali (L04), 5. Automatyczna generacja kodu - podstawy (L05), 6. Integracja kodu w zintegrowanym środowisku programistycznym (L06), 7. Automatyczna generacja kodu - implementacja sprzętowa (L07), 8. Metody weryfikacji - symulacja SIL (L08), 9. Metody weryfikacji - symulacja HIL (L09), 10. Metody weryfikacji - testy w środowisku rzeczywistym (L10), 11. Badania awioniki o strukturze rozproszonej (L11), 12. Badania zintegrowanych modułów awioniki (L12), 13. Zapoznanie z metodami planowania lotu z użyciem systemów EFB (L13), 14. Zajęcia podsumowujące, wystawienie ocen (L14)

Informatyka	K_W03, K_U02, K_U06, K_U17, K_K01, K_K04

• Przypomnienie wiadomości z Technologii informacyjnej. Programowanie proceduralne w języku C++. Przekazywanie tablic (jedno- i dwuwymiarowych) do funkcji. Funkcje rekurencyjne. Funkcje biblioteczne. • Szablony funkcji. Struktury. Definicja typów strukturowych. Tworzenie zmiennych strukturowych. Odwołanie do składników struktur. Unie. • Pliki tekstowe i nietekstowe (binarne). Zmienne plikowe - strumienie. Operacje na plikach: tryb tekstowy i nietekstowy, otwieranie i zamykanie plików, zmiana wskaźnika danych pliku, odczyt i zapis ciągów znaków i bloków bajtów. Wykorzystanie funkcji biblioteki fstream. • Podstawy programowania zorientowanego obiektowo. Definicja typów (klas) obiektowych. Enkapsulacja: specyfikacja dostępu do składników. Tworzenie zmiennych obiektowych. Odwołanie do składników (danych i metod) obiektów. • Programowanie zorientowane obiektowo. Dziedziczenie. Polimorfizm, funkcje wirtualne. • Kolokwium zaliczeniowe wykładu. • Zasady tworzenia programów w środowisku C++. Pierwsze programy: instrukcja przypisania, operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne, wprowadzanie i wyprowadzanie danych, formatowanie operacji we/wy. Programy wykorzystujące instrukcje warunkowe: if, switch. • Instrukcje iteracyjne for, while, do-while. Rejestracja danych w pętli, wyznaczanie wartości ekstremalnych, obliczanie parametrów statystycznych zarejestrowanych danych. Obliczanie n! przy pomocy wybranej (przez menu z instrukcją switch) instrukcji iteracyjnej, szukanie NWP dwóch liczb całkowitych. Tablicowanie wybranej funkcji jednej zmiennej. Wyznaczanie miejsca zerowego funkcji jednej zmiennej przy pomocy metody bisekcji. • Tablice jednowymiarowe (wektory). Szukanie wartości ekstremalnych, wyznaczanie parametrów statystycznych, obliczanie iloczynu skalarnego wektorów. Generowanie nowego wektora na bazie zadanych (dwóch) wektorów. Zamiana miejscami wybranych elementów w wektorze (np. zamiana parami, odwracanie kolejności). • Tablice dwuwymiarowe (macierze). Iloczyn skalarny wiersza i kolumny macierzy zgodnych, mnożenie macierzy. Sumowanie wybranych elementów (wierszy, kolumn, obszarów) macierzy. Wyznaczanie wektora z elementów odpowiednich wierszy (kolumn) macierzy. • Kolokwium I. • Programowanie proceduralne - podprogramy. Funkcja wykorzystująca wszystkie sposoby przekazywania parametrów (przez wartość, wskaźnik, referencję) i zwracająca kod błędu. Funkcje wywoływane w pętli. • Funkcje operujące na tablicach jedno- i dwuwymiarowych. Funkcja do sortowania wektora. Funkcja do wyszukiwania binarnego zadanej wartości w posortowanym wektorze. Wykorzystanie funkcji do operacji na wektorach w postaci wierszy macierzy. Struktury: liczby zespolone, tablice których elementami są struktury. • Odczyt i zapis danych w plikach tekstowych i nietekstowych (wyznaczanie parametrów statystycznych danych liczbowych zapisanych w pliku, wyszukiwanie danych według zadanego kryterium). Projekt systemu zarządzania bazą danych (np. osobowych) zapisanych w pliku. • Kolokwium II. • Programowanie zorientowane obiektowo.

Instalacje pokładowe 1	K_W10, K_U14, K_U16, K_K03

• Wykład: Instalacje pokładowe: rodzaje i klasyfikacje. Wymagania stawiane poszczególnym instalacjom pokładowym w świetle obowiązujących przepisów. Podział układów hydraulicznych. Podstawowe zasady hydromechaniki: płyny hydrauliczne, schemat konstrukcji i funkcjonowanie instalacji hydraulicznych. Ciecze stosowane w układach hydraulicznych – klasyfikacje, parametry cieczy, lepkość, opór płynu; ściśliwość cieczy. Instalacje hydrauliczne: instalacje główna, rezerwowe i awaryjne; - użytkowanie, wskaźniki, instalacje ostrzegania; -instalacje pomocnicze. Pokładowa instalacja hydrauliczna - elementy składowe i ich oznaczenia. Maszyny hydrauliczne: pompy i silniki, elementy rozrządu, akumulatory, filtry, układy zabezpieczające, parametry charakterystyczne maszyn hydraulicznych: pompy i silniki. Straty energii w elementach układów hydraulicznych. Teoria Bernoulli-Venturi. Zasady projektowania i budowy instalacji hydraulicznych. Niezawodność elementów i układów instalacji pokładowych. Instalacje elektryczne, zasady ogólne: obwody elektryczne, bezpieczniki (funkcje, rodzaje i działanie). Klasyfikacja elektrycznych sieci pokładowych i wyposażenia elektrycznego samolotów oraz źródeł energii elektrycznej. Akumulatory: rodzaje, właściwości, pojemność, użytkowanie, niebezpieczeństwa. Prądnice DC- alternator: zasada działania, funkcja i zastosowanie, urządzenia kontrolujące, regulacja, monitorowanie i zabezpieczanie, sposoby wzbudzania, prądnica-rozrusznik. Rozprowadzanie energii elektrycznej: rozprowadzenie prądu elektrycznego (szyny), monitorowanie pracy elektrycznych przyrządów/ instalacji pokładowych (amperomierz, woltomierz, sygnalizatory), odbiorniki energii elektrycznej, rozprowadzenie energii elektrycznej prądu stałego (budowa, działanie i monitorowanie instalacji, podstawowe obwody przełączające). Prąd przemienny – AC. Zasady ogólne: prąd przemienny jedno- i wielofazowy, częstotliwość, przesunięcie fazy, elementy obwodów prądu przemiennego. Prądnice prądu przemiennego (alternatory) - prądnica trójfazowa, prądnica bezszczotkowa (budowa i działanie), napęd prądnicy (napęd utrzymujący stałe obroty, napęd zintegrowany). Transformatory – funkcja, rodzaje i zastosowanie. Silniki synchroniczne i asynchroniczne- działanie, zastosowanie. Zespoły transformująco-prostownicze. Rozprowadzenie energii prądu przemiennego - budowa, działanie i monitorowanie, obwody zabezpieczające, łączenie równoległe prądnic prądu przemiennego. Zasady projektowania i budowy elektrycznych instalacji pokładowych. • Ćwiczenia obejmują przykłady ilustrujące treści metod obliczeniowych prezentowanych na zajęciach wykładowych

Instalacje pokładowe 2	K_W10, K_U16, K_K04

• Wykład: Systemy paliwowe. Systemy pomiaru i wskazań ilości paliwa - elementy instalacji, rodzaje instalacji., rozmieszczenie zbiorników paliwa w samolotach jedno- i wielosilnikowych. Systemy dostawcze. Zbiorniki paliwa. Zasilanie paliwem: zasilanie grawitacyjne i ciśnieniowe, crossfeed, schemat budowy. Spuszczanie, odpowietrzanie i wypompowywanie. Przełączanie i przemieszczenie. Monitorowanie pracy instalacji paliwowej: użytkowanie, wskaźniki, instalacje ostrzegające, gospodarka paliwem (kolejność przełączania zbiorników paliwa), bagnet do bezpośredniego pomiaru ilości paliwa. Uzupełnianie paliwa i opróżnianie zbiorników - kolejność i sposoby uzupełniania paliwa, paliwo niezużywalne. Instalacja olejowa. Zabezpieczenie przeciw pożarowe. Wykrywanie ognia i dymu, systemy ostrzegawcze. Systemy gaszenia ognia. Kontrolowanie systemów. Klasyfikacje systemów pneumatycznych. Schemat konstrukcji i funkcjonowanie instalacji pneumatycznych. Źródła zasilania dla instalacji pneumatycznych. Kontrola ciśnienia. Rozprowadzanie. Wskazania i ostrzeganie. Współdziałanie systemów pneumatycznych z innymi systemami. Klimatyzacja i hermetyzowanie kabiny. Dostawa powietrza. Źródła dostaw powietrza włącznie z upustami z silnika, APU i z zasilania naziemnego. Klimatyzacja. Systemy klimatyzacyjne. Urządzenia cyrkulacji powietrza i wilgotności. Systemy rozprowadzania powietrza. Ogrzewanie i chłodzenie oraz budowa, działanie i sterowanie systemu regulacji temperatury. Systemy kontroli przepływu, temperatury i wilgotności. Hermetyzacja (pojęcia: wysokość kabinowa, maksymalna wysokość kabinowa, ciśnienie różnicowe). Systemy hermetyzacji (strefy hermetyzowane w samolocie), użytkowanie instalacji i wskaźniki. Kontrola i wskazania włącznie z zaworami kontrolnymi i bezpieczeństwa - urządzenia zabezpieczające i instalacje ostrzegania (gwałtowna dekompresja, ostrzeżenie o wysokości kabinowej, procedury awaryjne). Czujniki ciśnienia kabinowego. Instalacja tlenowa. Źródła, składowanie, rozprowadzanie. Regulacja dostaw. Zabezpieczanie przed lodem i deszczem - Powstawanie lodu, klasyfikacja i wykrywanie. Systemy przeciw oblodzeniowe: elektryczne, ciepłe powietrze, chemiczne. Systemy odladzania: elektryczne, pneumatyczne i chemiczne (schemat konstrukcji, ograniczenia eksploatacyjne, zasady uruchomienia i pracy (zależności czasowe) instalacji odladzającej). Schemat budowy, funkcjonowanie i użytkowanie systemów odladzania i przeciwoblodzeniowych: krawędzi natarcia skrzydeł i powierzchni sterujących, wlotów powietrza, śmigła (samolot); śmigła/wirniki (śmigłowiec) rurki Pitota, nadajniki ciśnienia statycznego i nadajniki kąta natarcia (urządzeń ostrzegania przed przeciągnięciem), szyby przedniej, systemów i instalacji oczyszczania skrzydła za pomocą płynów, instalacja usuwania wody deszczowej. Instalacja oświetleniowa: Zewnętrzna: nawigacyjne, lądowania, kołowania, do wykrywania oblodzenia. Wewnętrzne: kabinowe, w kokpicie, w luku bagażowym. Oświetlenie awaryjne. Masa i równowaga statku powietrznego Środek ciężkości / kalkulacja granic równowagi: wykorzystanie odpowiednich dokumentów. Systemy wzdłużnego wyważania paliwem. Przygotowanie statku powietrznego do ważenia. Ważenie statku powietrznego. Podwozie - budowa, amortyzacja. Systemy wypuszczania i chowania, normalne i awaryjne. Wskazania i ostrzeganie. Koła, hamulce, automat przeciwpoślizgowy i automatyczne hamowanie. Systemy rozruchu silników lotniczych. Naziemne dostawy elektryczności, hydrauliki i pneumatyki. Systemy obsługowe na pokładzie. Centralne komputery obsługowe. System ładowania danych. System biblioteki elektronicznej. Drukowanie. Kontrola struktury (kontrola dopuszczalnych uszkodzeń). Metodyka projektowania systemów pokładowych. Diagnostyka i niezawodność. Integracja systemów pokładowych. Tendencje rozwojowe w budowie instalacji pokładowych. • Laboratoria: 1. Instalacja elektryczna samolotu - budowa, sterowanie i wizualizacja stanu instalacji. Obsługa i parametry charakterystyczne akumulatorów lotniczych. Obsługa instalacji elektrycznej. 2. Instalacja wyważania samolotu. 3. Przetwarzanie energii elektrycznej. 4. Skalowanie paliwomierza lotniczego. 5. Instalacja paliwowa - wizualizacja i obsługa techniczna instalacji. 6. Instalacja smarowania silnika lotniczego, instalacja olejowa. Systemy rozruchu silników lotniczych. 7. System przeciwpożarowy - budowa, sterowanie i wizualizacja stanu instalacji, obsługa instalacji p-poż. 8. System przeciwoblodzeniowy - budowa, sterowanie i wizualizacja stanu instalacji, obsługa instalacji przeciwoblodzeniowej. 9. Systemy monitorowania instalacji hydraulicznej i elektrycznej. Obsługa techniczna statków powietrznych. 10. Instalacja klimatyzacji- instalacja ogrzewania kabiny. Instalacje i systemy pneumatyczne, obsługa instalacji pneumatycznej. Pozostałe instalacje. Obsługa instalacji oświetleniowej. Integracja systemów pokładowych. 12. Analiza systemu hydraulicznego wypuszczania podwozia. Obsługa instalacji hydraulicznej. 13. Analiza wzmacniacza hydraulicznego. 14. Analiza wielotłoczkowej pompy hydraulicznej. 15. Zajęcia zaliczeniowe. Projekty Wstępny projekt pokładowej instalacji hydraulicznej. Wstępny projekt pokładowej instalacji elektrycznej

Lotnicze układy pomiarowe	K_W08, K_U03, K_U08, K_K01

• Sygnał analogowy, przetwarzanie sygnału pomiarowego - wzmacniacze • Szumy i filtracja sygnału analogowego, charakterystyki częstotliwościowe • Przetwarzanie analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe • Pomiary wybranych wielkości fizycznych - metody pomiarowe, przetworniki i układy współpracujące, sprawdzanie i kalibracja układu pomiarowego • Transmisja sygnałów cyfrowych - laboratoryjne i lotnicze magistrale danych

Matematyka 1	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Elementy logiki matematycznej, funktory i kwantyfikatory. Zasada indukcji matematycznej. Równania i nierówności wymierne i wielomianowe, schemat Hornera, wykresy funkcji liniowych, wielomianowych, wymiernych, prostych funkcji niewymiernych (przypomnienie). Przegląd funkcji elementarnych: funkcje trygonometryczne, cyklometryczne (arcsin(x) i arctg(x)), wykładniczych i logarytmicznych. Równania i nierówności trygonometryczne, wykładnicze i logarytmiczne. Składanie funkcji. • Liczby zespolone, postać algebraiczna i trygonometryczna, wielomiany zespolone, przykłady pierwiastków zespolonych, Zasadnicze Twierdzenie Algebry. • Ciągi liczbowe (rzeczywiste i zespolone), granica ciągu. Szeregi liczbowe, zbieżność szeregów. Szeregi potęgowe. Przykłady funkcji zespolonych wyrażone szeregami, funkcja wykładnicza, trygonometryczne, wymierne, logarytm zespolony. Granica funkcji, ciągłość funkcji rzeczywistej. • Pochodna funkcji, wyznaczanie pochodnych, funkcje złożone i ich pochodne. Zastosowania pochodnych: reguła d'Hospitala, styczne do wykresu, monotoniczność funkcji, ekstrema lokalne funkcji. Wykres funkcji. • Geometria analityczna na płaszczyźnie. Działania na wektorach, prosta, okrąg, krzywe stożkowe. Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej – działania na wektorach, iloczyn skalarny i wektorowy. równanie prostej, płaszczyzny, przykłady powierzchni opisywanych równaniami stopnia 2-go (walec, paraboloida, stożek ...). Krzywa w przestrzeni opisana równaniami parametrycznymi. • Macierze, działania na macierzach (dodawanie, mnożenie przez liczbę, mnożenie macierzy, wyznaczniki, Twierdzenie Sarrusa, Twierdzenie Laplace'a, własności wyznacznika, wartości własne macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych. • Funkcje wielu zmiennych, powierzchnie jako wykres funkcji (płaszczyzna, paraboloida, sfera, walec). Pochodne cząstkowe, ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych.

Matematyka 2	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Funkcja pierwotna, całka nieoznaczona jako zbiór funkcji pierwotnych, całka oznaczona jako przyrost funkcji pierwotnej. Podstawowe metody całkowania, całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych, trygonometrycznych i niewymiernych – przykłady. • Zastosowania całek oznaczonych, pole obszaru, długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej • Całki podwójne i potrójne, we współrzędnych kartezjańskich, biegunowych, walcowych i sferycznych. • Zastosowania całek wielokrotnych: pole powierzchni, masa, środek ciężkości, momenty statyczne i bezwładności niejednorodnego obszaru płaskiego oraz bryły niejednorodnej. • Całki krzywoliniowe po krzywych opisanych równaniem funkcyjnym i równaniami parametrycznymi, zastosowania – długość i masa krzywej.Całki powierzchniowe po powierzchni opisanej równaniem funkcyjnym, zastosowania pole powierzchni, masa i środek ciężkości niejednorodnego płata powierzchniowego. • Podstawowe wiadomości z teorii równań różniczkowych zwyczajnych. Równanie, rozwiązanie równania, warunki brzegowe i warunki Cauchy'ego dla równań zwyczajnych. Rozwiązywanie wybranych typów równań zwyczajnych (równania zmiennych rozdzielonych, równania liniowe, równania sprowadzalne do równań zmiennych rozdzielonych i/lub równań liniowych). Wybrane równania opisujące zjawiska fizyczne • Transformata Laplace'a i jej zastosowanie do rozwiązywania równań liniowych wyższych rzędów. • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych.

Matematyka 3	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowe, średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Przegląd zmiennych skokowych i ciągłych. Korzystanie z tablic rozkładów: Poissona, normalnego, Chi-kwadrat, t-studenta. • Elementy statyki opisowej. Szereg rozdzielczy, wyznaczanie podstawowych parametrów próby statystycznej. Wizualizacja danych statystycznych. • Estymacja punktowa i przedziałowa podstawowych parametrów, weryfikacja hipotez statystycznych.

Materiały lotnicze	K_W08, K_W12

• Struktura, klasyfikacja i charakterystyka materiałów inżynierskich • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych (krystalizacja, umocnienie odkształceniowe, rekrystalizacja) • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stal niestopowa. Odlewnicze stopy żelaza • Stal stopowa • Stopy metali nieżelaznych (Al, Ti, Ni, Cu) • Materiały niemetaliczne, kompozyty • Zabezpieczenia antykorozyjne • Podstawy doboru materiałów lotniczych • Badania nieniszczące i makroskopowe

Mechanika lotu 1	K_W11

• Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka atmosfery, międzynarodowa atmosfera wzorcowa. • Siły i momenty aerodynamiczne, współczynniki sił i momentów, kryteria podobieństwa. • Charakterystyka nośności i biegunowa samolotu bez usterzenia • Ustalony lot ślizgowy samolotu, biegunowa prędkości • Charakterystyki podstawowych typów zespołów napędowych: silnik tłokowy, turbośmigłowy i turboodrzutowy • Zasada działania, charakterystyki i dobór śmigła • Ustalony lot silnikowy samolotu, wyznaczanie charakterystycznych prędkości lotu, pułapu i czasu wznoszenia metodą mocy i ciągów • Start i lądowanie samolotu , wpływ mechanizacji płata i bliskości ziemi. • Zasięg, długotrwałość lotu i promień działania samolotu • Elementarne pojęcia z zakresu stateczności i sterowności samolotu. • Wyznaczanie biegunowej aerodynamicznej samolotu • Wyznaczanie "uproszczonej" i "pełnej" biegunowej prędkości samolotu • Wyznaczanie charakterystyki ciągu zespołu śmigło-silnik, dobór średnicy śmigła stałego i "constant speed" • Wyznaczanie charakterystyk aerodynamicznych samolotu z wychylonymi klapami i wpływem ziem • Wyznaczanie długości start i lądowania samolotu • Wyznaczanie zasięgu i długotrwałości lotu samolotu • Modelowanie matematyczne bezsilnikowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne podstawowych, ustalonych osiągów samolotu • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu

Mechanika ogólna 1	K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04

• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,

Mechanika ogólna 2	K_W06, K_U08, K_K01, K_K04

• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania ruchu środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika układu brył, przykłady. • Ruch względny, przykłady. • Żyroskop, teoria uproszczona. • Kolokwium z zakresu treści kształcenia TK01-TK05 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. • Równania Lagrange'a drugiego rodzaju, przykłady

Mechanika płynów	K_W07, K_U04, K_U08, K_K04

• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizykalna w świetle molekularnej struktury materii. Ściśliwość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsena. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu-równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka kątowa sondy Prandtla. Pomiar lepkości cieczy. • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej.Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francisa. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki pompy • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Analiza wymiarowa. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniutonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych, Charakterystyki profili lotniczych. Przeciągnięcie. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego Odwzorowania konforemne. Profil Żukowskiego. Warunek Kutty-Żukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyścienna:Warunki powstawania, Równania Prandtla i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)

Metrologia 1	K_W04, K_W08, K_U02, K_U12, K_K01

• Rodzaje i analiza błędów w pomiarach. Błędy statyczne i dynamiczne i propagacja błędów w układzie pomiarowym. • Podstawowe narzędzia pomiarowe. Pomiarowe narzędzia warsztatowe - zasady wykonywania pomiarów. • Mierniki elektryczne i elektroniczne – budowa i zasada działania, parametry eksploatacyjne i zasady użytkowania. • Oscyloskopy elektroniczne analogowy i cyfrowy – budowa, zasady działania, zasady użytkowania i metody pomiarowe. • Metody pomiaru i metody testowania elektrycznego, urządzenia do testowania elektroniki lotniczej, zasady działania i użytkowania narzędzi testowych • Pomiary precyzyjne, analiza niepewności pomiaru, wpływ warunków eksploatacji na wynik pomiaru. Precyzyjne narzędzia pomiarowe, zasady eksploatacji. • Wybrane metody pomiarowe

Mikroprocesory i układy programowalne	K_W03, K_U06, K_U12, K_U17, K_K04

• Zapoznanie z podstawami techniki mikroprocesorowej, zastosowanie mikroprocesorów, elementy składowe mikrokomputera, zapoznanie z dokumentacją techniczną przykładowego mikrokomputera. Języki programowania mikrokomputerów: języki nisko i wysokopoziomowe, podstawy składni, przykłady implementacji sprzętowej oprogramowania dla mikrokomputerów. Obsługa portów wejścia-wyjścia mikrokomputerów: podstawy elektryczne, stany logiczne, ustawienia portów, implementacja sprzętowa oprogramowania z użyciem portów we/wy. Wektor przerwań, obsługa przerwań zewnętrznych z poziomu języków niskopoziomowych. Układy licznikowe: źródła taktowania dla mikrokomputerów, zasada działania układów licznikowych. Przerwania od układów licznikowych: generowanie przerwań od układów licznikowych, wyliczanie parametrów dla układów pomiaru czasu. Przetwornik Analogowo-Cyfrowy: podstawy pomiaru z użyciem przetwornika analogowo-cyfrowego, rozdzielczość przetwornika, próbkowanie. Podstawy transmisji szeregowej RS232: zapoznanie z zasadami działania transmisji szeregowej, poziomy logiczne dla transmisji RS232, opis protokołu transmisji, przykładowa implementacja. Implementacja układów automatycznej regulacji w systemach mikrokomputerowych: regulator dwupołożeniowy, regulator PID. Zastosowanie mikrokomputerów do budowy autopilota dla BSP: ogólny opis systemów bezzałogowych, implementacja kodu dla układu stabilizacji kąta pochylenia. • Konwersja systemów liczbowych, zakładanie i obsługa projektów w zintegrowanych środowiskach programistycznych, podstawy assemblera dla procesorów z rdzeniem 8051, zastosowanie języków wysokiego poziomu do programowania mikrokomputerów, obsługa portów we/wy procesora, obsługa przerwań zewnętrznych, obsługa przerwań od timerów, obsługa przetwornika analogowo-cyfrowego, obsługa magistrali szeregowej RS-232, wykrywanie błędów w kodzie.

Niezawodność i diagnostyka urządzeń awioniki	K_W03, K_W10, K_W12, K_W13, K_U03, K_U07, K_U13, K_U16, K_K01, K_K02, K_K04

• Wprowadzenie do zagadnień niezawodności i diagnostyki, Podstawowe definicje i określenia niezawodności, Wskaźniki niezawodności,

Niezawodność systemów lotniczych, Struktury niezawodnościowe i modele diagnostyczne systemów, Czynnik ludzki w niezawodności i diagnostyce układów lotniczych • Klasyfikacja metod oceny i kształtowania niezawodności układów lotniczych, Wymagania, konstrukcja i montaż sprzętu i wyposażenia z uwzględnieniem bezpieczeństwa. • Przegląd metod detekcji uszkodzeń urządzeń lotniczych, Podstawy lokalizacji uszkodzeń, Działanie, funkcje i stosowanie sprzętu do dokonywania ogólnej kontroli urządzeń lotniczych • Techniki inspekcji i prowadzenia napraw, • Procedury obsługowe, Centralne komputery obsługowe, dane i biblioteki elektroniczne, Diagnostyka systemów lotniczych z wykorzystaniem rejestracji eksploatacyjnej. • Analiza niezawodności wybranego systemu sterowania i nawigacji • Opracowanie i analiza modelu uszkodzeń wybranego systemu sterowania samolotem • Detekcja uszkodzeń – metody bazujące na analizie sygnałów pomiarowych • Detekcja uszkodzeń – wykorzystanie obserwatorów stanu • Detekcja uszkodzeń – równania parzystości • Lokalizacja uszkodzeń – system informacyjny, optymalizacja eksperymentu diagnostycznego • Projekt układu diagnostyki urządzenia awioniki • Analiza niezawodności wybranego w pierwszej części projektu urządzenia awioniki wraz z systemem diagnostyki

Ochrona środowiska	K_W02, K_W14, K_K02

• Podstawowe pojęcia i definicje: środowisko, ochrona środowiska w ujęciu ogólnym i wąskim, zasoby przyrody odnawialne i nieodnawialne, technosfera, idea zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju), ekosystem i przyjęty schemat modelu systemu, gdzie występuje wzajemne oddziaływanie: człowieka, przemysłu i technologii oraz środowiska. • Budowa ziemskich ekosystemów. Ziemia w Układzie Słonecznym. Pojęcie ekosfery. Zarys powstania i ewolucji Ziemi. Właściwości fizykochemiczne i cechy funkcjonalne atmosfery ziemskiej i jej skład. • Ziemska hydrosfera. Właściwości wody i jej znaczenie zarówno w skali globalnej (morza i oceany kształtują klimat Ziemi), jak i w skali mole¬kularnej (obecność wody w komórkach organizmów). Zasoby wody, krążenie wody w przyrodzie i jako surowiec. • Ziemska litosfera, jej budowa począwszy od wnętrza Ziemi do powierzchni z omówieniem aktywności geologicznej naszej planety (wędrówki ziemskich kontynentów, wybuchy wulkanów i przesuwanie się płyt tektonicznych, litosfera, astenosfera). Gleba, schemat budowy warstwy gleby oraz jej funkcje podtrzymujące i chroniące życie na naszej planecie (wyżywienie świata, zasoby leśne, zasoby surowców naturalnych i paliw). • Pierwiastki chemiczne występujące na Ziemi. Właściwości węgla, wodoru i fosforu. Cykl lub obieg biogeochemiczny jako obieg pierwiastków będący następstwem życia organicznego w kontekście procesów geologicznych i chemicznych w środowisku. Biogeochemiczny cykl: węgla, azotu, siarki i fosforu w ujęciu rocznych strumieni, zobrazowany przebiegiem procesów zachodzących w instalacjach przemysłowych lub w środowisku naturalnym za pomocą wykresu Sankeya. • Pojęcie: zanieczyszczenia, substancji niebezpiecznej i wielkość dopuszczalnej emisji w środowisku. Źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka i źródła naturalne emitujące zanieczyszczenia do atmosfery. Rodzaje zanieczyszczeń oraz sposoby zapobiegania, rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych, aerozolowych i gazowych, hałas, tereny chronione, środowisko gleb, typowe zanieczyszczenia gleb i ich likwidacja, remediacja gruntów, odpady, ustawowy podział, odpady niebezpieczne, gospodarka odpadami, utylizacja odpadów, charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska w poszczególnych komponentach. • Oddziaływanie przemysłu lotniczego na środowisko: skutki i sposoby oddziaływania, etap pozyskiwania paliw pierwotnych, etap przetwarzania paliw; wpływ na krajobraz, litosferę, atmosferę, hydrosferę oraz infrastrukturę techniczną i społeczną. Zagadnienia podstawowe procesów oczyszczania spalin. Zagadnienia związane z metodami zapobiegania emisji. Pomiary i obliczanie emisji zanieczyszczeń, przygotowanie gazów do oczyszczania. Oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń gazowych. Absorpcja. Adsorpcja. Spalanie termiczne i katalityczne. Kondensacja. Oczyszczanie biologiczne. Odpady i ich zagospodarowanie. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania , aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja – pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przeźroczystości atmosfery, silna absorpcja w niejednolitym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo – właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany – gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchnia – atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna, siła Coriolisa, komórkowa struktura atmosfery, centra działania atmosfery, masy powietrza, fronty atmosferyczne, wiatry - rodzaje mechanizm powstawania, dynamika atmosfery polarnych szerokości geograficznych, globalna cyrkulacja oceaniczna, prądy powierzchniowe i głębinowe, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. Globalna cyrkulacja oceaniczna: mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, ustrój cieplny oceanu, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie – powstawanie, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt.

Ochrona własności intelektualnej	K_W16, K_U01, K_K03

• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego

Podstawy automatyki	K_W03, K_U06, K_U07, K_U08

• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki.Układy automatycznej regulacji. Wprowadzenie do opisu matematycznego elementów automatyki • Przekształcenie Laplace'a. Podstawowe właściwości. Przekształcenie odwrotne. Definicja transmitancji operatorowej. Wprowadzenie do charakterystyk czasowych • Wykreślanie podstawowych charakterystyk czasowych. Transmitancja widmowa. Wprowadzenie do charakterystyk częstotliwościowych. • Charakterystyki częstotliwościowe • Podstawowe elementy automatyki • Przekształcanie schematów blokowych • Opis układów dynamicznych w przestrzeni stanów • Fazowe zmienne stanu • Stabilność. Warunki stabilności. Kryterium Hurwitza, Ruth, Michajłowa, Nyquista, logarytmiczne Nyquista. • Dokładność statyczna. Obliczanie uchybu ustalonego. • Regulatory P, PI, PD, PID. Właściwości. Dobór nastaw regulatora z wykorzystaniem logarytmicznych charakterystyk częstotliwościowych. Regulacja dwu i trójpołożeniowa. Układy hierarchiczne. Wprowadzenie do układów automatycznego sterowania lotem. • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Symulacja układów numerycznych • Badanie stabilności układów automatycznej regulacji • Regulacja PID

Podstawy elektroniki	K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01

• 1. Wstęp do elektroniki, podstawowe informacje dotyczące zakresu wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych, przedstawienie wymagań dotyczących zasad wykonywania ćwiczeń, zasad BHP, posługiwania się sprzętem laboratoryjnym tj. multimetrem cyfrowym, oscyloskopem, zasilaczem laboratoryjnym. • 2. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne bierne, parametry tolerancje wykonania, warunki pracy. Podzespoły półprzewodnikowe diody prostownicze, schotky, uniwersalne, tranzystory bipolarne,układ pracy tranzystora, tranzystory polowe, tranzystory MOSFET, aplikacje z tranzystorami bipolarnymi oraz z tranzystorami MOSFET, półprzewodniki w obwodach prądu zmiennego tyrystor, triak. Opgraniczania w pracy elementów półprzewodnikowych. • 3. układy zasilające zasilacze niestabilizowane, zasilacze liniowe, monolityczne liniowe stabilizatory napięcia, stabilizatory LDO, LDV, stabilizowane zasilacze impulsowe, zasilacze obniżające napięcie, zasilacze podwyższające napięcie, zasilacze wielonapięciowe, separacja galwaniczna w zasilaczach, zasilacze synchroniczne, przetwornice DC-DC, przetwornice DC-AC. • 4. Układy analogowe. Wzmacniacze operacyjne, wzmacniacz odwracający,nieodwracający, wzmacniacz różnicowy ,wtórnik, sumator analogowy, wzmacniacz logarytmijący, komparatory analogowe, generatory napięcia sinusiodalnego, generatory przebiegów impulsowych, układy całkujące, układy różniczkujące analogowe układy kondycjonowania sygnałów. • 5.Układy cyfrowe, technologia TTL, CMOS. Standardy sygnałów w cyfrowych układach TTL, obciążalność prądowa, technologia TTLS, TTL LS. Standardy sygnałów w układach CMOS, obciążalność prądowa, Rodzina układów HC, HCT. Łączenie układów TTL-CMOS, ograniczenia w pracy układów cyfrowych. • 6. Układy kombinacyjne. Bramki logiczne, komparatory cyfrowe, enkodery i dekodery, multipleksery i demultipleksery, układy kontroli parzystości, sumatory, jednostka arytmetyczno logiczna ALU. • 7. Układy sekwencyjne. Przerzutnik RS, przerzutnik JK, Przerzutnik D, rejestry, liczniki binarne ,liczniki dziesiętne , liczniki rewersyjne, lczniki programowane, zmiana modulo licznika, układy kształtowania impulsu monowibratory, multiwibratory. • 8. Układy wyjściowe. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwomechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 9. Optoelektronika.Diody LED parametry, układy zasilania , diody LED dużej mocy- warunki pracy , ograniczenia. Wyświetlacze segmentowe LED budowa, parametry, sterowanie sekwencyjne wyświetlaczem, wyświetlacze OLED, wyświetlacze LCD budowa zasada działania, parametry. Wyświetlacze VFD,fotoelementy, fototranzystory, transoptory. • 10. Programowane struktury logiczne, układy EPLD. Układy GAL rodziny 16V8, struktura budowy układów,zasady programowania, programowane struktury logiczne układów Xilinx, Altera, Lattice, narzędzia programowania programowanych struktur logicznych. • 11. Mikroprocesory i mikrokomputery jednoukładowe. Budowa mikroprocesora, system mikroprocesorowy, pamięci ROM,RAM, obszar We-Wy. Urządzenia wewnętrzne mikrokomputera jednoukładowego, liczniki, układy monitorowania napięcia, układ nadzorowania pracy mikrokomputera WD-timer. Architektura mikrokomputera jednoukładowego. • 12. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemiana częstotliwości, transciwery. Nadawanie sygnałów radiowych ,modulacje ciągłe, AM,FM. Modulacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny prętowe , anteny kierunkowe. • 13. Elektroakustyka. Zakres częstotliwości akustycznych, skala decybelowa, przetworniki elektroakustyczne, mikrofony, głośniki, wzmacniacze sygnałów akustycznych, zniekształcenia sygnałów, szumy, przydźwięki. Urządzenia elektroakustyczne na pokładzie samolotu. • 14. Technologia montażu układów elektronicznych. Chemiczne środki wspierania technologi motażu podzespołów. Lutowanie elementów elektronicznych i układów scalonych, montaż, demontaż układów SMD, technologia automatycznego montażu na płytkach drukowanych, zabezpieczenia ESD przy produkcji układów elektronicznych. • 15. Zakłócenia w układach elektronicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Źródła i rodzaje zakłóceń, sposoby rozprzestrzeniania się zakłóceń , zakłócenia przewodowe, zakłócenia radiacyjne. Eliminacja zakłóceń, komponenty do redukcji zakłóceń. • Technologia montażu układów elektronicznych, lutowanie elementów dyskretnych, lutowanie układów SMD, demontaż elementów elektronicznych • Sterowanie silnikiem prądu stałego. Generowanie sygnału PWM, Obserwacja sygnału oscyloskopem cyfrowym, obliczenia parametrów zbudowanego układu. • Układy zasilające. Badanie parametrów stabilizatora liniowego. Badanie parametrów stabilizatora impulsowego. Wyznaczenie i porównanie sprawności układów. • Komponenty elektroniczne. Rozpoznanie i kwalifikacja komponentów, pomiar wybranych parametrów mostkiem RLC, multimetrem cyfrowym. • Sterownik PLC. Podstawowe polecenia sterownika PLC ZEN, zasady programowania drabinkowego, konfiguracja linii wejścia wyjścia. Programowanie sterownika do zadanej aplikacji, weryfikacja działania programu. • Cyfrowe magistrale danych, interfejs równoległy, interfejsy szeregowe RS 232, SPI, CAN, I2C. Wymagania sprzętowe do realizacji połączenia interfejsu szeregowego. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na bramkach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy cyfrowe sekwencyjne. Zaprojektowanie zadanego układu sekwencyjnego, analiza poprawności działania układu. • Układy analogowe. Badanie podstawowych konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego, wzmacniacz odwracający, wzmacniacz nieodwracający, wtórnik. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtru dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Uklad sumujący , układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.

Podstawy elektrotechniki	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01

• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy,rodzaje. Strałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie pradu przemiennego. Trójkąt impedancji. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności.

Podstawy zarządzania	K_W15

• Wprowadzenie do zarządzania. Organizacje i potrzeba kierowania. Pojęcie kierowania i zarządzania. Funkcje i czynności kierownicze. Rodzaje kierowników. Proces zarządzania. Zakres zarządzania. Synergia a efekt organizacyjny • Rozwój zarządzania Szkoła naukowa. Szkoła naukowej organizacji pracy. Szkoła klasycznej teorii organizacji. Szkoła behawioralna. Szkoła ilościowa. Szkoła systemowa. Kierunek sytuacyjny • Zarządzanie celami organizacji i planowanie. Cele organizacji – funkcje i rodzaje. Istota, metody, techniki i style zarządzania, Proces planowania.

Planowanie w organizacji. Zarządzanie ustalaniem celów i procesem planowania. • Proces organizowania. Tworzenie struktur organizacyjnych. Typy struktur organizacyjnych i ich projektowanie. Zarządzanie zmianami w organizacjach. Reorganizacja • Proces przywództwa. Przywództwo i proces oddziaływania. Style kierowania. Zarządzanie potencjałem społecznym organizacji.(planowanie, organizowanie, zatrudnianie, kierowanie) Motywowanie pracownika do pracy. Sterowanie, kierowanie a zarządzanie. • Podejmowanie decyzji kierowniczych. Istota podejmowania decyzji. Typy decyzji. Klasyczny model podejmowania decyzji. Etapy podejmowania decyzji. Grupowe podejmowanie decyzji w organizacjach. Procesy informacyjno- decyzyjne. • Kontrola i controlling. Istota kontroli. Proces kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. • Zarządzanie marketingowe. Filozofia marketingu. Zadania marketingu. Strategie marketingowe: ofensywne, defensywne, konkurencyjne, cenowe • Zarządzanie logistyczne i Zarządzanie innowacyjne. Istota procesów logistycznych. Strategie zarządzania logistycznego. Istota i rodzaje innowacji. Bariery wprowadzanie innowacji. Strategie zarządzania innowacyjnego. • Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem.. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością. 14 punktów Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. Ekologiczna bariera rozwoju. Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Dobór optymalnej ilości wyrobów do planu produkcji. • Analiza stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie

Pokładowe systemy sterowania 1	K_W10, K_W11, K_U06, K_U07, K_U09

• Struktury układów sterowania samolotem • Układy współrzędnych • Równania ruchu samolotu: równania ogólne ruchu, równania ruchu podłużnego, i bocznego, aproksymacja ruchu podłużnego i bocznego • Uwagi o pochodnych aerodynamicznych. Transmitancja samolotu. Identyfikacja właściwości statycznych i dynamicznych samolotu • Właściwości atmosfery. Ocena właściwości pilotażowych samolotu • Sterowanie lotem przez operatora: elementy układu sterowania ręcznego (lotki, ster wysokości, ster kierunku), ręczne i automatyczne trymowanie samolotu, urządzenia podnośnikowe. Tłumiki drgań krótkookresowych i holendrowania, ograniczniki sterów, blokady podmuchu, busterwzmacniacz • Systemy ochrony przed przeciągnięciem: rozwiązania mechaniczne i automatyczne. Hamulce: aerodynamiczne, hydrauliczne, powietrzne. • Autopilot. Sterowanie samolotem w ruchu podłużnym: czujniki nawigacyjne, przetworniki sygnałów, mechanizmy wykonawcze, mechanizmy wykonawcze dla płaszczyzn sterowych, układy stabilizacji wysokości lotu. • Sterowanie samolotem w ruchu bocznym: automat stateczności bocznej, układy sterowania kątem przechylenia, układy sterowania kursem samolotu. Sterowanie samolotem wg VOR. • Systemy automatycznego lądowania. Systemy automatycznej regulacji mocy silnika przy podchodzeniu do lądowania • Systemy monitorowania położenia samolotu: zasady i kryteria, tryby działania, podejście, lot ślizgowy, lądowanie, kołowanie. Systemy monitorowania samolotu i warunki niepowodzenia wykonania misji • Aktywne sterowanie samolotem • Metody adaptacyjne i optymalizujące sterowanie samolotem. • Panel dyskusyjny na temat współczesnych systemów sterowania samolotem zwłaszcza informatycznymi systemami rozproszonymi

Pokładowe systemy sterowania 2	K_W03, K_W10, K_U06, K_U07, K_U09, K_U14

• Wykonać syntezę systemu sterowania w podanej fazie lotu oraz dokonać syntezy prawa sterowania metodami: charakterystyk logarytmicznych, linii pierwiastkowych, przy użyciu kryterium kwadratowego wskaźnika jakości (zwłaszcza w postaci dyskretnej) oraz metody logiki rozmytej

Praktyka produkcyjna	K_W13, K_W14, K_U10, K_K04

• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.

Projekt inżynierski	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_W16, K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06

• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego. Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określanie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.

Projektowanie lotniczych układów automatyki	K_W10, K_W12, K_U06, K_U08, K_K01

• Usystematyzowanie wiadomości dotyczących struktur lotniczych układów automatyki. Wykorzystanie charakterystyk częstotliwościowych do projektowania układów automatyki. Metoda linii pierwiastkowych. Linie pierwiastkowe w projektowaniu lotniczych układów automatyki. Metoda LQR. Projektowanie lotniczych układów automatyki z wykorzystaniem metody LQR. Implementacja algorytmów sterowania do układów mikroprocesorowych - ogólne zasady. • Rysowanie przybliżonych charakterystyk częstotliwościowych. Elementy projektowania układu z wykorzystaniem charakterystyk częstotliwościowych. Rysowanie linii pierwiastkowych. Elementy projektowania układu z wykorzystaniem linii pierwiastkowych. Projektowanie układu sterowania z wykorzystaniem metody LQR

Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	K_W14, K_W15, K_K03

• Informacje ogólne o właściwościach człowieka - operatora • Ludzkie możliwości i ograniczenia • Podstawy psychologii społeczna • Czynniki wpływające na osiągnięcia • Środowisko fizyczne • Zadania wykonywane przez człowieka • Zasady komunikacji międzyludzkiej • Model ludzki • Ryzyko w miejscu pracy

Przyrządy pokładowe 1	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_U08, K_K03, K_K05

• Zasada działania i właściwości eksploatacyjne współczesnych czujników ciśnienia. Algorytmy wyznaczania wielkości aerometrycznych. Problemy dokładności pomiarów. Porównanie różnych technologii czujników barometrycznych. • Giroskopy optyczne. Zasada działania, właściwości. • Technologia MEMS, zasada działania i budowa giroskopów drgających. Wpływ temperatury. Problemy eksploatacyjne. • Pole grawitacyjne i pole siły ciężkości. Pole magnetyczne Ziemi. Zasada działania oraz budowa czujników pola magnetycznego, przyspieszeniomierzy inklinometrów. • Porównanie różnych technologii czujników inercjalnych. Zalety, wady, tendencje rozwojowe. • Algorytmy wyznaczania kursu magnetycznego. Właściwości magnetometrów. • Bezkardanowy układ odniesienia i kursu AHRS. Algorytmy przeliczania orientacji przestrzennej bazujące na tzw. kątach Eulera. Wprowadzenie do algebry kwaternionów. Algorytmy przeliczania orientacji przestrzennej bazujące na algebrze kwaternionu. Algorytmy korekcji. Filtr komplementarny. Wprowadzenie do filtru Kalmana. Rozszerzony filtr Kalmana. Wykorzystanie filtru Kalmana do korekcji w układzie odniesienia i kursu. Algorytmy załączania korekcji. • Nawigacja inercjalna. Koncepcja. Typy. Algorytmy. • Nawigacja zintegrowana. • Architektura układów awioniki. Architektura niezależna, federacyjna, modułowa. Kierunki rozwoju architektury układów awioniki. IMA1G, IMA2G. • Magistrale danych stosowane na pokładach współczesnych samolotów. • Problematyka ergonomii współczesnej kabiny. • Badanie właściwości giroskopu światłowodowego typu FOG • Badanie taniego układu odniesienia i kursu. • Badanie właściwości i skalowanie mechanicznych przyrządów ciśnieniowych. • Badanie właściwości i skalowanie elektrycznych i elektronicznych przyrządów ciśnieniowych. • Badanie właściwości przyrządów giroskopowych. • Wykorzystanie termobarokomory do badania czujników ciśnieniowych. • Magistrale danych

Przyrządy pokładowe 2	K_W10, K_U09, K_U12, K_U14

• Omówienie merytorycznej zawartości projektu: założenia wstępne (funkcjonalne), wymagania przepisów, analiza istniejących rozwiązań, wybór koncepcji rozwiązania.Określenie warunków technicznych, właściwości, charakterystyki, itp.Warunki pracy, wymagania środowiskowe, stopień spełnienia wymagań przepisów, warunki użytkowania.Projekt koncepcyjno-ofertowy (koncepcja rozwiązania), projekt wstępny, projekt techniczny, główne parametry techniczne, schemat, struktura.Obliczenia projektowe (merytoryczne!), dokumentacja konstrukcyjna.Ocena właściwości urządzenia (masa, gabaryty, zasilanie, itp.), inne specyficzne podrozdziały (tematy). Uwagi wykonawcze i technologiczne, plan prób i badań. Wnioski, krytyczna ocena projektu. Perspektywy modyfikacji i udoskonalania produktu. • Indywidualny lub zespołowy projekt urządzenia lub systemu pokładowego. Zawartość projektu, wymagania formalne:· Spis treści (precyzyjny);· Bibliografia – dokładne odsyłacze w tekście;- Karta uwag; · Karta ewidencji zmian;· Autoryzowane strony projektu;· Wydanie;· Data ostatniej modyfikacji;· Podpis wykonawcy i sprawdzającego;· Numeracja stron, rozdziałów, rysunków, itp.;· Rysunki techniczne;· Czytelny sposób wprowadzania zmian (ewidencjonowane poprawki, wymiana stron, zachowanie wcześniejszych wersji);· Uzasadnienie przyjętych rozwiązań;· Czytelny układ projektu.

Silniki lotnicze i kosmiczne	K_W07, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U15, K_K01, K_K02, K_K04

• Paliwa lotnicze. Wartość opałowa, liczba oktanowa i cetanowa. Spalanie zupełne i niezupełne. Normy emisji spalin • Podział i klasyfikacja napędów lotniczych. Napęd bezpośredni i pośredni – przykłady rozwiązań konstrukcyjnych. Śmigło lotnicze – zasada działania- podstawy, charakterystyka śmigła. Lotnicze silniki tłokowe – kryteria klasyfikacji. Główne parametry silnika tłokowego. Wskaźniki pracy silnika – moc, moment obrotowy, prędkość obrotowa, jednostkowe i godzinowe zużycie paliwa • Schematy konstrukcyjne : silniki rzędowe, przeciwsobne („boxer"), gwiazdowe, widlaste. Główne zespoły konstrukcyjne silnika tłokowego spalinowego- zarys konstrukcji. Kinematyka układu korbowo-tłokowego. Podstawy procesów tworzenia mieszanki paliwowo-powietrznej. Współczynnik nadmiaru powietrza – mieszanka uboga i bogata. Powstawanie siły gazowej. Kadłuby silników. Wał korbowy, korbowód. Układ rozrządu i zawory. Układ zasilania paliwem (gaźnikowy i wtryskowy), układy smarowania, chłodzenia. Układ dolotowy i wylotowy. Obiegi porównawcze silników (Otto, Diesla, Sabathe'a- Sieligera). Silniki czterosuwowe i dwusuwowe. Charakterystyka obrotowa. Zarys systemu eksploatacji lotniczego silnika tłokowego. Doładowanie silników – systemy doładowania, granice możliwości doładowania- silnik wysokościowy, charakterystyki zewnętrzne. Perspektywy rozwojowe silników tłokowych. • Silniki przepływowe. Kryteria klasyfikacji i podział silników przepływowych. Silnik strumieniowy, pulsacyjny, rezonansowy. Silniki jednoprzepływowe i dwuprzepływowe. Silniki turbinowe śmigłowe i śmigłowcowe. Ciąg silnika – źródło ciągu, wyznaczanie ciągu. Sposoby zwiększania ciągu i mocy. Parametry jednostkowe silnika przepływowego. Obieg porównawczy silnika odrzutowego. Rozkład parametrów cieplno-przepływowych w kanale przepływowym silnika. • Charakterystyki wysokościowe, prędkościowe i obrotowe silnika odrzutowego. Warunki i zakresy pracy silnika przepływowego. Zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego i śmigłowego (śmigłowcowego): wlot, sprężarka, komora spalania, turbina, dysza wylotowa, dopalacz, reduktor. • Przegląd wybranych konstrukcji silników odrzutowych. Systemy eksploatacji silników lotniczych. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych, silniki hipersoniczne. • Silniki rakietowe na stały i ciekły materiał pędny. Wytwarzanie ciągu w silnikach rakietowych. Charakterystyki silników rakietowych. Silniki statków kosmicznych – perspektywy rozwoju. Obszary zastosowań silników lotniczych i kosmicznych • 1.Wyznaczanie parametrów atmosfery wzorcowej dla wybranej misji samolotu. 2.Obliczenia podstawowych parametrów silnika tłokowego z zapłonem iskrowym, obieg bez strat. 3.Wyznaczanie parametrów kinematycznych w układzie tłok-korbowód wał korbowy silnika tłokowego, 4.Wyznaczanie parametrów termo-gazodynamicznych w przekrojach kontrolnych silnika odrzutowego, jednoprzepływowego 5.Wyznaczanie ciagu i wymiarowanie silnika przepływowego. Model wyznaczania charakterystyki prędkościowo-wysokościowej silnika • 1.Schematy i przekroje lotniczych silników tłokowych, zespoły konstrukcyjne- zapoznanie. 2.Zdejmowanie charakterystyki mocy silnika tłokowego 3.Rozruch silnika strumieniowego 4.Rozruch silnika pulsacyjnego 5.Rozruch silnika turbinowego (modelarskiego), zdejmowanie charakterystyki obrotowej.

Sterowanie zespołami napędowymi	K_W03, K_U06, K_U08, K_K02

• Charakterystyka lotniczych zespołów napędowych. Wymagania i klasyfikacja. Śmigło lotnicze. Silniki tłokowe. Turbinowe silniki odrzutowe. Turbinowe silniki dwuprzepływowe. Inne typy silników lotniczych. Sterowanie zespołów napędowych z silnikiem tłokowym. Silnik tłokowy jako obiekt sterowania. Regulatory prędkości obrotowej. Regulatory ciśnienia ładowania. Regulatory składu mieszanki. Regulatory mocy (ograniczniki temperatury). Przykłady praktycznych zastosowań. Sterowanie turbinowych silników odrzutowych. Silnik odrzutowy jako obiekt sterowania: charakterystyka procesu roboczego silnika, równania dynamiki silnika odrzutowego z nieregulowaną dyszą, uwzględnienie opóźnienia wydzielania ciepła podczas spalania paliwa, uwzględnienie wpływu agregatów instalacji paliwowej, równania dynamiki silnika odrzutowego: układ regulacji prędkości obrotowej, regulatory temperatury i mocy. Sterowanie silników dwuwirnikowych. Sterowanie turbinowych silników śmigłowych. Równania dynamiki turbinowych silników śmigłowych. Prawa sterowania na podstawowych zakresach pracy. Regulatory prędkości obrotowej turbinowych silników śmigłowych. Regulatory temperatury spalin. Korektory i ograniczniki. Sterowanie wirników nośnych śmigłowców i śmigieł. Ograniczenia w sterowaniu śmigłowców. Sterowanie turbinowych silników dwuprzepływowych. Specyfika sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Dwuprzepływowy silnik odrzutowy jako obiekt regulacji. Układy sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Zasady projektowania układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. Tendencje i perspektywy rozwoju układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. • Scilab – komputerowe wspomagnaie w projektowaniu układów regulacji. Lotnicze czujniki pomiarowe. Pompa nurnikowa – element układu sterowania. Izodromowe sprzężenie zwrotne – symulacja cyfrowa. Cyfrowy model silnika lotniczego. Pomiar prędkości obrotowej wału silnika. Badanie iskrowników – wykorzystanie sygnału z iskrowników do pomiaru prędkości obrotowej wału silnika. Symulacja cyfrowa elementów układu sterowania jako metoda prototypowania proponowanych rozwiązań.

Technika eksperymentu	K_W13, K_U07, K_U15, K_U17, K_K06

• Wykonanie zadania pomiarowego z wielokanałową akwizycją danych, plan eksperymentu. • Konfiguracja systemu akwizycji danych.Dobór przetworników pomiarowych , kondycjonowanie sygnału, ustawienia parametrów akwizycji danych. • Rejestracja i odczyt danych systemu przygotowanego do zadania eksperymentalnego w warunkach laboratoryjnych. • Analiza wykonanego laboratoryjnego eksperymentu badawczego, weryfikacja uzyskanych wyników. • Dokumentacja eksperymentu. Przygotowywanie raportów z badań, dokumentowanie wyposażenia i aparatury badawczej, parametrów metrologicznych. • Planowanie eksperymentu w warunkach rzeczywistych. Metodyka działania, analiza zagrożeń, opcje zadania badawczego, organizacja zespołu prowadzącego eksperyment, przydział zadań w zespole. • Przygotowanie

eksperymentu w warunkach rzeczywistych. Konfiguracja systemu akwizycji danych.Instalacja przetworników pomiarowych , kondycjonowanie sygnału, ustawienia parametrów akwizycji danych. • Wykonanie eksperymentu na obiekcie rzeczywistym (dron,samolot bezzałogowy , motolotnia, szybowiec) • Analiza wykonanego w warunkach rzeczywistych eksperymentu badawczego, weryfikacja uzyskanych wyników, przygotowanie raportu z wykonanych eksperymentów.

Technika symulacji lotu	K_W12, K_U02, K_U16, K_K01, K_K03

• Budowa symulatora, struktury symulatorów lotu na przykładzie posiadanych symulatorów • Metody odwzorowania rzeczywistych własności samolotu • Technika symulacji wskazań przyrządów pokładowych • Symulacja stanów awaryjnych. Układy nadzorowania pracy symulatora • Porównanie i ocena komputerowych programów symulatorów lotu • Pomiary parametrów wybranego przyrządu symulatora lotu • Określenie czasu reakcji przyrządów na stan awaryjny • Badanie liniowych i nieliniowych modeli samolotu w systemach symulacji • Rejestracja symulowanego lotu na podstawie danych symulatora • Układy nadzorowania pracy symulatora

Techniki wytwarzania 1	K_W08, K_U04, K_K01

• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka poodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozycje spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych • Wykonanie form z modeli dzielonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW • - Podstawy odkształceń plastycznych: wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo płynięcia plastycznego, praca odkształcenia plastycznego, mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym: naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. - Tłoczenie: informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wytłoczek. Kucie i prasowanie: charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia; wpływ kształtu odkuwki materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie: podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. Cią-gnienie: wiadomości ogólne, ciągnienie prętów i rur. Wyciskanie: przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Polimery pochodzenia naturalnego, polimery syntetyczne: metody otrzymywania polimerów syntetycznych, struktura cząsteczkowa polimerów, postacie konformacyjne, budowa makrocząsteczki, masa cząsteczkowa, stopień polimeryzacji, zjawisko polidyspersji, struktura krystaliczna, stany fizyczne polimerów. - Zachowanie polimerów w próbie jednoosiowego rozciągania, pełzanie i relaksacja naprężeń, izo-chronowe krzywe odkształcenie – naprężenie, modele reologiczne, technologiczny podział tworzyw sztucznych, podstawowe gatunki i ich właściwości fizyczne, chemiczne, mechaniczne i inne. - Charakterystyka stanu plastyczno-płynnego: ciecze lepkie i lepkosprężyste, efekt Weissenberga iefekt Barusa. Podstawowe właściwości technologiczne tworzyw sztucznych: płynność, skurcz, czas utwardzania. Podział metod przetwórstwa: metody obróbki formującej i metody obróbki wykończeniowej. Podstawy procesu uplastyczniania: uplastycznianie tłokowe, ślimakowe, mieszane, tarczowe. - Charakterystyka metod obróbki formującej: prasowania, wytłaczania i formowania wtryskowego. Charakterystyka metod obróbki wykończeniowej: termoformowanie, łączenie, dzielenie, obróbka powierzchniowa. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisują-cych własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). - Wytłaczanie naczynia w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Identyfikacja tworzyw sztucznych na podstawie: wyglądu zewnętrznego, postaci handlowej, gęstości, zachowania się w otwartym płomieniu. - Analiza podstawowych parametrów procesu wtrysku: cykl procesu wtrysku, ciśnienie wtrysku, ciśnienie docisku, ciśnienie spiętrzania, temperatura wtrysku, temperatura formy. - Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych za pomocą statycznej próby rozciągania.

Techniki wytwarzania 2	K_W08

• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka poodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozycje spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych • Wykonanie form z modeli dzielonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW

Technologia informacyjna	K_W03, K_U02, K_U04, K_U06, K_K01

• Technologia informacyjna. Informatyka. Informacja i jej jednostki: bit, bajt i ich wielokrotności. Pozycyjne systemy zapisu liczb: dziesiętny, dwójkowy, ósemkowy, szesnastkowy. Konwersja zapisu liczb pomiędzy systemami o różnej podstawie. Kodowanie liczb całkowitych: kod znak-moduł, kod uzupełnieniowy do dwóch. Kodowanie liczb rzeczywistych: zapis stałoprzecinkowy i zmiennoprzecinkowy. Kodowanie znaków. Operacje arytmetyczne i logiczne na danych binarnych. • Budowa komputerów. Rodziny procesorów: CISC, RISC. Mikrokontrolery. Architektura von Neumanna i Harvard. Układy sterujące. Magistrale. Pamięć operacyjna (RAM), podręczna (cache), stała (ROM). Pamięci masowe: dyski twarde, dyski optyczne, pamięć typu Flash (NAND, NOR). Działanie, zalety i wady różnych systemów archiwizacji danych. Urządzenia wejścia/wyjścia. Systemy zobrazowania informacji. Technologia komputerowa stosowana w statkach powietrznych. Systemy wbudowane. • Oprogramowanie systemowe. BIOS. System operacyjny i jego zadania. Podział systemów operacyjnych. Wielozadaniowość, wielodostęp, wielowątkowość. Systemy czasu rzeczywistego. Systemy rozproszone. Emulacja systemów komputerowych. Wirtualizacja systemów operacyjnych. Oprogramowanie użytkowe. Testowanie oprogramowania. Zarządzanie oprogramowaniem. Wymagania wobec oprogramowania stosowanego w lotnictwie: norma DO-178. • Algorytm. Badanie złożoności obliczeniowej algorytmów: klasyfikacja złożoności czasowej, klasy algorytmów. Program komputerowy. Kod maszynowy. Języki niskiego poziomu: asembler, zapis rozkazów. Języki wysokiego poziomu. Kompilator, interpreter, konsolidator. Błędy w programach. Zasady programowania. Elementy schematów blokowych. • Programowanie w języku C++. Słowa kluczowe, identyfikatory, literały, komentarze, dyrektywy preprocesora, stałe, zmienne, typy, definicje i deklaracje, struktura programu. Typy danych języka. Zakresy ważności nazw. Instrukcje przypisania. Operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne. Operacje wejścia/wyjścia. Instrukcje warunkowe. Instrukcje iteracyjne. Proste algorytmy numeryczne i kombinatoryczne. Tablice jednowymiarowe i wielowymiarowe. Algorytmy sortowania wektorów. Wskaźniki. Wskaźniki a tablice. Dynamiczny przydział pamięci. Referencja. Programowanie proceduralne: funkcje, przekazywanie parametrów. • Sprawdzian.

Technologia lotnicza	K_W08, K_W12, K_U10, K_K01

• Różnorodność wyposażenia warsztatowego. Zasady bezpiecznej pracy przy korzystaniu z zasobów energetycznych warsztatu, środków chemicznych oraz materiałów eksploatacyjnych. • Narzędzia, oprawki, uchwyty obróbkowe. Oprzyrządowanie montażowe i wyposażenie kontrolno-pomiarowe. • Zasady posługiwania się oprzyrządowaniem technologicznym. Elementy ustalające i mocujące. Ustalenie i zamocowanie przedmiotu w uchwycie. Dokładność oprzyrzadowania. • Dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. Charakterystyka wymiarów. Tolerancja wymiarów, kształtu i położenia. Normy opisujące jakość wykonania. • Przedmioty pracy stosowane w produkcji lotniczej. • Dokumentacja techniczna stosowana w procesach wytwórczych. • Zasady projektowania procesu technologicznego obróbki i montażu. • Technologia połączeń nitowych. Oprzyrządowanie do nitowania. Poprawność procesu nitowania, badanie połączeń nitowych. • Zasady montażu i kontrola połączeń gwintowych oraz mechanizmów śrubowych, połączeń kształtowych (wpustowe, klinowe, kołkowe, sworzniowe), połączeń podatnych (sprężystych) oraz łożysk. • Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Rodzaje półfabrykatów i przygotowanie ich do obróbki. • Budowa uchwytów obróbkowych i montażowych. Bazowanie do obróbki. • Czynniki wpływające na dokładność obróbki. • Proces technologiczny. • Kontrola jakości wyrobu. • Metody montażu

Teoria sterowania	K_W03, K_U06, K_U08, K_K01, K_K02

• Układy liniowe. Sterowalność. Obserwowalność. Lokowanie biegunów układu dynamicznego w zadanych położeniach. Obserwacja stanu. Synteza obserwatora stanu pełnego rzędu • Wprowadzenie pojęć analizy funkcjonalnej wykorzystywanych w teorii sterowania. Metody Lapunowa. Koncepcja sterowania według modelu. Adaptacyjne sterowanie według modelu (Model Reference Adaptive Control) • Układy dyskretne. Opis matematyczny. Stabilność. Przekształcanie układu ciągłego na układ dyskretny. • Układy sterowania odpornego, samostrojenie regulatorów.

Termodynamika	K_W07, K_U07, K_U08, K_K02

• Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: Energia, formy energii, przekształcenia energii; Substancja, ilość substancji, liczba Avogadra; Zamknięty i otwarty system termodynamiczny; Stan termodynamiczny, znamiona termodynamiczne, ciśnienie, temperatura, funkcje stanu, równowaga, Zerowa Zasada Termodynamiki; Przemiana, zjawiska quasi-statyczne, proces, funkcje przemiany i obieg termodynamiczny. • System substancji czystej: substancja czysta, faza; Oddziaływania molekuł, stany skupienia, analiza zjawiska izobarycznego, stan nasycenia, stopień suchości, punkt krytyczny, punkt potrójny, wykresy T-v, P-v, P-T, P-T-v; Opis stanu - para mokra, para przegrzana, gaz, gaz rzeczywisty – gaz doskonały; Równanie stanu, równanie Clapeyrona, prawo Awogadro, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynnik ściśliwości, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmanna. • Zasada Zachowania Energii: Działania termiczne, ciepło, system adiabatyczny, wymiana ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie, wewnętrzne źródła ciepła; Działania mechaniczne, praca mechaniczna, praca granicy systemu, niemechaniczne formy pracy; I Zasada Termodynamiki; Bilans energetyczny układu przepływowego, entalpia, praca techniczna. • Energia cieplna i entalpia: Ciepło właściwe gazów - rzeczywistych, półdoskonałych i doskonałych; związek miedzy ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej; Mieszaniny gazowe: prawo Daltona, Prawo Amagata, ciśnienie cząstkowe, udziały składników, właściwości zastępcze mieszaniny. • Przemiany gazów: przemiana politropowa, politropa techniczna, charakterystyczne przemiany gazowe, ich wykresy w układzie P-v, stan termodynamiczny w przemianach, praca i ciepło przemian charakterystycznych; Obiegi: praca i ciepło obiegu, obiegi lewo i prawobrzeżne - właściwości i funkcje, silniki cieplne, pompy ciepła, sprawność i współczynnik wydajności obiegu. • Procesy odwracalne i nieodwracalne, źródła nieodwracalności, praca w procesach odwracalnych i nieodwracalnych, odwracalny cykl Carnota, sprawność i współczynnik wydajności obiegów nieodwracalnych, jakość źródeł energii, termodynamiczna skala temperatury; II Zasada Termodynamiki: silniki cieplne – sformułowanie Kelvina-Plancka, pompy cieplne – sformułowanie Clausiusa, perpetuum mobile. Entropia i jej właściwości: nierówność Clausiusa, definicja entropii, zmiana entropii systemu, bilans entropii - przenoszenie i generowanie entropii, układ T-s, zasada wzrostu entropii, fizyczny sens entropii, zastosowania pojęcia entropii; Układ T-s dla gazów doskonałych: entropia gazów doskonałych, przemiany charakterystyczne, przemiana izentropowa; Dyssypacja na wykresach P-v i T-s. • Gazowe urządzenia energetyczne: obiegi porównawcze, techniczne znaczenie obiegu Carnota; Silniki: silniki tłokowe – obiegi: Otto–Beau de Rochas, Diesla, Seiligera–Sabathe, silniki przepływowe – obiegi: Braytona-Joule`a, Humphreya, regeneracja i podgrzewanie międzystopniowe – obiegi: Braytona-Joule`a, Ericsona, Stirlinga; Pompy cieplne - obieg Joule`a. • Właściwości pary mokrej i przegrzanej: Energia cieplna i entalpia w procesie parowania, równanie Clausiusa-Clapeyrona; Stan i funkcje stanu pary mokrej, przemiany charakterystyczne pary mokrej i przegrzanej, wykres h-s, tablice pary nasyconej i przegrzanej. • Gazy wilgotne; określenie stanu, wilgotność bezwzględna, wilgotność względna, zawartość wilgoci, punkt rosy, równanie stanu, entalpia powietrza wilgotnego; Wykres i-X - konstrukcja i zawartość; Przemiany izobaryczne: ogrzewanie lub chłodzenie, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie, granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce; Sprężanie i rozprężanie adiabatyczne - sucha i wilgotna adiabata. • Termodynamika przepływów: równanie ciągłości; uogólnione równanie Bernoulliego, znamiona statyczne, dynamiczne i spiętrzenia, przepływ przez kanały o zmiennym przekroju. • Termodynamika spalania: substraty i produkty; Bilans substancji, zapotrzebowanie tlenu i powietrza, ilość spalin i skład spalin, punkt rosy spalin; Bilans energii: ciepło spalania, wartość opałowa, sprawność spalania, temperatura spalin, dysocjacja; Urządzenia spalające: rodzaje, bilans energetyczny. • Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna – gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury – równanie ciśnienia, rozkład gęstości – równowaga globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche – gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne – gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Parowe urządzenia energetyczne: obieg Carnota w obszarze pary; Siłownia parowa, prawobieżny obieg Clausiusa-Rankine`a z przegrzaniem i bez, wpływ parametrów obiegu na pracę i sprawność obiegu, przegrzew wtórny i podgrzewanie regeneracyjne; Pompa cieplna, obieg Lindego, parametry obiegu, obieg nadkrytyczny, dobór czynnika roboczego i źródeł ciepła, efektywność pomp ciepła. • Wymiana ciepła: Konwekcja wymuszona: mechanizm konwekcji wymuszonej, równanie Newtona, hydrauliczna warstwa przyścienna, przepływ laminarny i turbulentny, liczba Reynoldsa, termiczna warstwa przyścienna, liczba Prandtla, liczba Nusselta, równania kryterialne; Intensyfikacja wymiany ciepła; Konwekcja swobodna: mechanizm konwekcji swobodnej, liczba Grashofa i Rayleigha, konwekcja swobodna na powierzchni i w przestrzeniach zamkniętych; Przewodzenie: prawo Fouriera, przewodność cieplna, dyfuzyjność cieplna, wpływ budowy materiału, ustalone przewodzenie przez płaską płytę, przenikanie ciepła, opory cieplne, ściana wielowarstwowa; Wymienniki ciepła; Promieniowanie: mechanizm wymiany ciepła przez promieniowanie; ciało doskonale czarne, prawo Stefana-Bltzmanna, prawo Plancka; właściwości ciał, emisyjność, absorbcyjność, refleksyjność, przepuszczalność, wymiana ciepła przez promieniowanie. • Oznaczenia, jednostki, I Zasada Termodynamiki, termiczne równanie stanu. Kaloryczne równanie stanu, średnie ciepło właściwe. Przemiany gazów doskonałych. Obliczanie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej, entalpii i entropii. Mieszaniny gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropy mieszaniny. Obiegi porównawcze silników gazowych. Przemiany powietrza wilgotnego. Podstawowe obliczenia związane ze spalaniem paliw oraz przepływami jednowymiarowymi. • Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. • Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. • Wyznaczanie

wykładnika adiabaty. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. • Pomiar wartości opałowej paliw gazowych.

Urządzenia radiowe	K_W02, K_W04, K_W10, K_W12, K_W14, K_U08, K_U12, K_K02, K_K03

• Podstawy propagacji fal elektromagnetycznych, pasma radiowe i ich wykorzystanie w lotnictwie • Typy anten, uproszczone schematy blokowe nadajników i odbiorników radiowych • Łączność VHF: techniczne charakterystyki łączności, radiostacje pokładowe, radiostacje ratunkowe, uproszczone schematy blokowe torów nadajnika i odbiornika radiostacji, łączność wewnątrz samolotu – rozmównice pokładowe, systemy i panele sterujące audio • Łączność HF: własności propagacyjne fal radiowych z pasma HF, modulacja AM/SSB, radiostacje HF – budowa i wykorzystanie w lotnictwie, rejestrator rozmów w kabinie załogi. • Lotnicze systemy komunikacji satelitarnej. Systemy komunikacji tekstowej, ACARS, CPDLC. • System ADF: charakterystyki techniczne systemu, uproszczony schemat blokowy i zasada działania naziemnej radiolatarni NDB, odbiornik pokładowy ADF – zasada działania i obsługa, typowe wskaźniki systemu i interpretacja wskazań, porównanie systemów VOR i ADF. Systemy lokalizacji na żądanie. • System VOR: charakterystyki techniczne systemu, uproszczony schemat blokowy i zasada działania naziemnej radiolatarni VOR, radiolatarnie DVOR, odbiornik pokładowy systemów VOR/ILS – zasada działania i obsługa, wskaźniki TDI, CDI, RMI i interpretacja wskazań. • System ILS: geometria i parametry stref działania systemu, radiolatarnie naziemne – rozmieszczenie, parametry techniczne, uproszczony schemat blokowy i zasada działania, odbiorniki pokładowe – instalacja, uproszczony schemat blokowy, zasada działania, obsługa, wskaźniki, interpretacja wskazań. • System DME: parametry techniczne, kanały X i Y systemu, uproszczony opis działania części naziemnej, schemat blokowy części pokładowej – zasada działania, tryby pracy, system DME/P. • System MLS: geometria i parametry stref działania systemu, radiolatarnie naziemne – rozmieszczenie, parametry techniczne, uproszczony schemat blokowy i zasada działania, odbiorniki pokładowe – instalacja, uproszczony schemat blokowy, zasada działania, obsługa, wskaźniki, interpretacja wskazań, porównanie systemów ILS i MLS. Podstawy nawigacji hiperbolicznej: system Omega – parametry techniczne, naziemne stacje systemu, uproszczony schemat blokowy odbiornika/komputera pokładowego i wykorzystanie w nawigacji, wykorzystanie stacji wojskowych VLF w systemie Omega. • Radiowysokościomierz, zasada działania, podstawowe parametry techniczne i ich wpływ na dokładność pomiaru wysokości, rodzaje radiowysokościomierzy, wskaźnik i interpretacja wskazań. Radar Dopplera: efekt Dopplera dla fal elektromagnetycznych i jego wykorzystanie do pomiaru prędkości podróżnej i kąta znoszenia samolotu, wielowiązkowe radary Dopplera – uproszczone schematy blokowe, geometria wiązek i zasada działania, dopplerowski przelicznik nawigacyjny – źródła danych, obliczenia nawigacyjne, tryby pracy, uproszczony schemat blokowy. • System GPS, podstawy działania nawigacyjnych systemów satelitarnych GNSS – charakterystyki techniczne, porównanie systemów, zasady działania, uproszczone schematy blokowe nadajnika i odbiornika GPS, wyznaczanie danych nawigacyjnych w systemie GPS. Przeliczniki nawigacyjne RNAV i GPS: algorytmy obliczeń nawigacyjnych w komputerach nawigacji obszarowej i nawigacji globalnej. Systemy GPS, VOR, DME i VORTAC jako podstawowe źródła danych dla przeliczników. • Transpondery S i ATC radaru wtórnego: zasada działania radaru wtórnego – charakterystyki techniczne, tryby zapytania, uproszczony schemat blokowy i zasada działania pokładowego transponderów, zasady współdziałania radaru wtórnego i transpondera. • Zautomatyzowane systemy kierowania ruchem lotniczym. System antykolizyjny TCAS: opis zasad działania systemów antykolizyjnych, typu systemów TCAS i CAS, struktura zapytań i odpowiedzi w systemie TCAS, wskaźniki i interpretacja wskazań. System ostrzegania przed bliskością ziemi GPWS: opis zasad działania systemów ostrzegających, tryby pracy, wykorzystanie systemów w locie. • Pokładowy detektor burzowy. Pokładowy radar pogodowy: zasada działania, uproszczony schemat blokowy, charakterystyki techniczne, wskaźniki analogowe i cyfrowe, interpretacje wskazań. • Analizator widma fal elektromagnetycznych, charakterystyki częstotliwościowe stacji nadawczych. • Budowa i obsługa radiostacji VHF, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań odbiornika ADF, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań odbiornika VOR, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań odbiornika ILS, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań radaru pogodowego - pasywnego, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań radaru pogodowego - aktywnego, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań lotniczego zintegrowanego odbiornika GNSS, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań lotniczego przenośnego odbiornika GNSS, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań odbiornika pokładowego DME, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań transpondera SSR, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu.

Wybrane zagadnienia optymalizacji w lotnictwie	K_W01, K_W03, K_U01, K_U06, K_U08, K_K01, K_K02

• Podstawowe zagadnienia programowania liniowego. Przestrzenie liniowe, zbiory wypukłe. Ekstremum funkcji celu • Postać ogólna, standardowa i kanoniczna zadania programowania liniowego. Algorytm sympleks. • Programowanie liniowe w zbiorach dyskretnych, zadanie transportowe, przepływy w sieciach. • Podstawowe zagadnienia programowania nieliniowego. Rozwiązywanie analityczne. Programowanie nieliniowe bez ograniczeń. Programowanie nieliniowe z ograniczeniami równościowymi i nierównościowymi. Zadanie programowania wypukłego. • Numeryczne metody rozwiązywania zadań programowania nieliniowego z ograniczeniami. Algorytmy bezpośrednie i pośrednie. • Programowanie dynamiczne. Zasada optymalności Bellmana. Elementy rachunku wariacyjnego. • Programowanie wielokryterialne. Zasada Pareto. Metody: SAW, TOPSIS, AHP. Systemy podejmowania decyzji wielokryterialnych z logiką rozmytą. • Podsumowanie wykładu. • Zadania obliczeniowe z zakresu programowania liniowego. • Rozwiązywanie zadań za pomocą metody sympleks. • Zadania obliczeniowe z zakresu programowania liniowego w zbiorach dyskretnych. • Zadania obliczeniowe z zakresu programowania nieliniowego. • Zadania obliczeniowe z zakresu programowania wielokryterialnego. • Sprawdzian.

Wychowanie fizyczne 1	K_K01, K_K04

• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • 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).

Wychowanie fizyczne 2	K_K01, K_K04

• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.Oswojenie ze środowiskiem wodnym, zabawy, nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, poślizg, nauka prawidłowej prac NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego (pokaz, objaśnienie), poślizg na piersiach. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu.Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie. Nauka prawidłowej prac RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływackich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.

Wykład monograficzny	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04

• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości. Jak zmieniały się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwsza na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty

Wyposażenie pokładowe	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_U08, K_U13, K_K01, K_K04

• Klasyfikacja, właściwości i parametry wyposażenia pokładowego. Instalacja odbioru ciśnień powietrza (OCP). Dajniki ciśnienia całkowitego i statycznego – rurka Pitot'a. Błąd wywołany położeniem dajników ciśnienia, odwadnianie instalacji, elementy grzejne, błędy instalacji OCP. • Pomiar barometrycznej wysokości lotu – zasada działania i budowa, przeznaczenie skali dodatkowej, wpływ gęstości powietrza, wysokość ciśnieniowa, wysokość rzeczywista, międzynarodowa atmosfera wzorcowa, poziom lotu, odczyt wskazań wysokościomierzy trzywskazówkowych, błędy przyrządowe, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Pomiar prędkości lotu względem powietrza – zasada działania i budowa, zależność pomiędzy ciśnieniem dynamicznym i statycznym, definicje prędkości przyrządowej, przyrządowej poprawionej i prędkości rzeczywistej względem powietrza, błędy przyrządowe, wskazania prędkościomierza, znaczenie kolorowych łuków na skali prędkościomierza, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Wariometr – zasada działania i budowa, przeznaczenie, opóźnienie wynikające z zasady działania, pomiar chwilowej prędkości pionowej (VSI), odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Żyroskopy pomiarowe (zasada działania, błędy - precesja) i ich zastosowania w lotniczych przyrządach pokładowych. Twierdzenie Resala. Moment giroskopowy. • Napęd elektryczny oraz pneumatyczny giroskopów. Giroskop o dwóch stopniach swobody. Zakrętomierz i koordynator zakrętu (wpływ prędkości, przedstawienie wskazań, koordynator zakrętu, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, chyłomierz poprzeczny: zasada działania, odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • żyroskop całkujący, pion żyroskopowy, sztuczny horyzont (żyroskop o 3 stopniach swobody, zastosowanie i działanie, zobrazowanie i interpretacja wskazań, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Układy pomiaru kursu: żyroskopowy wskaźnik kursu (zadania i zasada działania, przedstawienie wskazań, używanie wraz z busolą magnetyczną (żyrobusola), mechanizm ustawiania, znoszenie pozorne, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • busola magnetyczna (budowa i działanie, ziemskie pole magnetyczne, błędy, środki ostrożności przy przewozie materiałów magnetycznych, kontrola sprawności dokonywana przez pilota), busola żyroindukcyjna. • Przyrządy kontroli pracy silnika: □ Budowa i zasada działania: □ Obrotomierz □ Wskaźnik ciśnienia ładowania □ Wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa □ Wskaźnik ciśnienia i temperatury oleju □ Wskaźnik temperatury głowic i temperatury gazów wylotowych • Wprowadzenie do instalacji energetycznej i elektrycznej samolotu. • Przyrządy ciśnieniowe • Przyrządy żyroskopowe • Odbiornik nawigacji satelitarnej • Klasyczny układ wskazań • Zintegrowany układ wskazań

Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	K_W06, K_U08, K_K01

• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia,. Czyste ścinanie. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.

Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01

• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfielda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano, wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna

próba rozciągania • Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Modelowe badania elastooptyczne • Próba sztywnościowa płatowców

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

Język angielski (A)	K_U05
• Opowiadanie o sobie, rodzinie, domu, upodobaniach. Zadawanie różnego rodzaju pytań. • Rozmowa na temat ważnych miejsc i dat. Pisanie e-maila formalnego i nieformalnego. • Wypowiadanie się na temat różnic między kobietami i mężczyznami oraz stereotypów. Wyrażanie opinii. • Opisywanie ludzi. Powtórzenie czasów gramatycznych (Present Simple i Continuous, Past Simple i Continuous) Opisywanie funkcji i zastosowań rozwiązań technicznych. (str. 6-9) • Rozmowy i wywiady. Opisywanie zdjęć. • Udzielanie rad dotyczących udziału w rozmowie o pracę. Mówienie o sobie samym • Wypowiadanie się na temat filmu. Wyrażanie opinii na temat filmów. • Pytanie o doświadczenia i opisywanie doświadczeń. Czasy gramatyczne Present Perfect i Past Simple. Inżynieria materiałowa. Opisywanie i kategoryzacja materiałów (str. 14-17) • Mówienie o mediach. Wyrażanie opinii na temat teorii spiskowych. Dobieranie nagłówków prasowych do wyjaśnień. • Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości. Pisanie artykułu z opisem wydarzenia. • Wypowiadanie się na temat kłamstw i kłamania. Używanie czasowników 'say' and 'tell'. • Słuchanie anegdot. Opowiadanie anegdot i historii z przeszłości. • Wyrażenia używane do opisywania dobrych i złych doświadczeń. Mówienie o pamiętnych momentach. Pisanie o najszczęśliwszych momentach. Praca z rysunkiem technicznym. Omawianie wymiarów i dokładności (str. 30-33) • Mówienie o problemach nastolatków i ich rodziców. Wyrażanie opinii na podstawie przeczytanego tekstu. • Wyrażanie przyszłości: czasy Present Continuous, going to, might. Pisanie wiadomości i robienie notatek. • Wyrażanie przyszłości (przypuszczenia): will, might, may, going to, likely to. Określenia czasu przyszłego, wyrażenia idiomatyczne. • Słuchanie o przewidywaniach na temat przyszłości komunikacji. Mówienie o tym, jak rzeczy zmienią się w przyszłości. Opisywanie różnych rodzajów problemów technicznych. Ocena i interpretacja awarii. (str. 38-41) • Czytanie opowiadania o nieporozumieniach. Radzenie sobie z nieporozumieniami. Rodzaje nieporozumień. Wyrażenia służące poproszeniu o parafrazowanie wypowiedzi. • Słuchanie rozmowy telefonicznej zawierającej nieporozumienie. Parafraza i relacjonowanie opowieści o nieporozumieniach. Odgrywanie sytuacji rozwiązywania nieporozumień. • Czytanie tekstu o milionerach. Czasowniki modalne: must, have to, should. • Dyskusja na temat cech potrzebnych do wykonywania danych zawodów. Odpowiadanie na pytania w ankiecie i omawianie wyników. • Czytanie o marzeniach z dzieciństwa. Czytanie ogłoszeń o pracę. Used to i would. Opisywanie przyczyn awarii. Omawianie napraw i przeglądów okresowych urządzeń. (str. 42-45) • Słuchanie wypowiedzi na temat niepowodzeń w wykonywanych zawodach. Mówienie o zwyczajach w przeszłości. Pisanie listu motywacyjnego. • Dochodzenie do porozumienia. Kolokacje z zakresu języka biznesowego. Wyrażanie opinii. Omawianie wymogów technicznych. Sugerowanie pomysłów i rozwiązań. (str. 46-49) • Słuchanie nagrania spotkania na którym podejmowane są decyzje. Kierowanie dyskusją. Uczestnictwo w spotkaniu i tworzenie biznesplanu. • Rozmowy w miejscu pracy; wyrażenia używane do opisywania czynności rutynowych. Opisywanie typowego dnia. • Czytanie artykułu na temat wpływu technologii na zmiany w świecie. Stopień wyższy i najwyższy przymiotnika. Słownictwo z zakresu technologii. • Mówienie o tym jak technologia zmieniła świat. Mówienie o różnych środkach transportu. Pisanie rozprawki. • Pytania rozłączne. Słowa używane w pytaniach. Słowotwórstwo: przymiotniki. • Słuchanie ludzi odpowiadających z zakresu wiedzy ogólnej. Test wiedzy ogólnej. Odpowiadanie na pytanie z zakresu specjalizacji studenta. • Uprzejme prośby. Problemy i ich rozwiązywanie. • Słuchanie rozmów na temat problemów technicznych. Odpowiadanie na prośby. Odgrywanie próśb i reakcji na nie. • Czytanie tekstu o podstawowych emocjach. Tryby warunkowe. Przymiotniki zakończone na -ing oraz -ed. Czasowniki złożone. • Słuchanie programu radiowego o terapiach. Mówienie o emocjach. Dyskusja na temat porad dla ludzi w różnych sytuacjach. • Drugi tryb warunkowy. Kolokacje czasowników z rzeczownikami. • Dyskusja na temat zachowania w różnych hipotetycznych sytuacjach. Pisanie listu z poradami. • Przekazywanie dobrych i złych wiadomości. Relacjonowanie wydarzeń na żywo. • Słuchanie rozmów podczas których ludzie otrzymują wiadomości. Przekazywanie i otrzymywanie wiadomości. Odgrywanie sytuacji przekazywania wiadomości. • Wyrażenia do opisywania dobrych i złych doświadczeń. Mówienie o pamiętnych momentach. Pisanie - najszczęśliwsze momenty w życiu. • Czytanie krótkiego wstępu do The Secret of Success. Porównaie czasów Present perfect simple i continuous. • Czasowniki modalne do wyrażania umiejętności. Czytanie tekstu biograficznego o człowieku z bardzo dobrą pamięcią. • Słuchanie rozmowy na temat pamięci. Mówienie o umiejętnościach. Pisanie streszczenia. • Doprecyzowanie opinii. Czytanie tekstu o kwalifikacjach. • Słuchanie dyskusji na temat inteligencji. Odnoszenie się do wcześniejszych wypowiedzi. Wybieranie odpowiedniego kandydata na stanowisko. Wyrażanie opinii i podawanie przykładów. • Czytanie bloga o sąsiadach. Przedimki. Określenia ilościowe. • Opisywanie sąsiedztwa i dyskutowanie w jaki sposób można by je ulepszyć. • Zdania zależne. Słownictwo związane z internetem. Czytanie recenzji strony internetowej. • Słuchanie opisów społeczności internetowych. Porównywanie czynności rzeczywistych i wirtualnych. Pisanie recenzji strony internetowej. • Witanie gości. Czytanie tekstu o tym jak być dobrym gościem. • Słuchanie ludzi opisujących doświadczenia z gośćmi/gospodarzami. Przyjmowanie przeprosin. Dyskutowanie trudnych sytuacji towarzyskich. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.	
Język angielski (B)	K_U05
• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słowotwórstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. Opisywanie funkcji i zastosowań rozwiązań technicznych. (str. 6-9) • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie. Inżynieria materiałowa. Opisywanie i kategoryzacja materiałów (str. 14-17) • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. Praca z rysunkiem technicznym. Omawianie wymiarów i dokładności (str. 30-33) • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne. • Quizy i konkursy Opisywanie reguł, zasad działania Uzyskiwanie informacji Czasowniki • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdoty. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. Opisywanie różnych rodzajów problemów technicznych. Ocena i interpretacja awarii. (str. 38-41) • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. Opisywanie przyczyn awarii. Omawianie napraw i przeglądów okresowych urządzeń. (str. 42-45) • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. Omawianie wymogów technicznych. Sugerowanie pomysłów i rozwiązań. (str. 46-49) • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słowotwórstwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne. • Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Grmatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji. • Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału". • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przestępstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyimkami. Przestępstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przestępstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.	
Jezyk francuski (A)	K_U05
• Zaimki pytające (inwersja prosta i złożona). • Wycieczka po Paryżu- redagowanie krótkich tekstów reklamowych. • Relacjonowanie wydarzeń z użyciem czasu le passé composé. • Zwroty i wyrażenia dotyczące opisu przeszłości. • Porównanie systemów edukacji w Polsce i we Francji; komentowanie danych liczbowych. • Prezentacja uczelni i kierunku studiów. • Czasy l'imparfait i le passé composé w opowiadaniu o minionych wakacjach. • Zaimki dopełnienia bliższego w różnych czasach i trybach. • Zaimki dopełnienia dalszego w różnych czasach i trybach. • Porównanie zalet i wad życia na wsi i w mieście; stopniowanie przymiotników. • Analiza ogłoszeń nieruchomości; tryb le conditionnel présent. • Zaimki dzierżawcze przymiotne i rzeczowne. • Formułowanie hipotez i opinii; formy bezosobowe czasowników. • Opis przedmiotu i rzeczy; miejsce przymiotnika w zdaniu. • Zaimki względne proste. • Słownictwo związane z zakupami, negocjowanie ceny. • Prace domowe, podział obowiązków w rodzinie. • Ulubiona potrawa- przygotowanie sondażu, komentowanie pisemne wyników sondażu. • Sposoby ubierania się w różnych sytuacjach, uroczystości rodzinne. • Zaimek względny dont. • Wyrażanie opinii własnej. • Środki transportu- porównania. • Biografia znanej osoby; czas le plus-que –parfait. • Rola mody w życiu- prezentacja opinii. • Zaimki dopełnienia bliższego i dalszego COD/COI w czasie przeszłym. • Uzgadnianie form imiesłowu czasu przeszłego z podmiotem i dopełnieniem bliższym. • Mowa zależna- zdania oznajmujące. • Wypadek samochodowy- wyrażanie przyczyny. • Relacje sąsiedzkie- opis osób. • Hipotezy na temat poszczególnych postaci z tekstu. • Wyrażanie własnej opinii na temat wspólnego mieszkania z innymi osobami. • Tryb „gérondif" jako wyrażenie równoczesności, sposobu, przyczyny. • Rozrywka i spędzanie czasu wolnego. • Pytania w mowie zależnej. • Zaimki względne złożone. • Prezentacja wybranego regionu Francji. • Strona czynna i bierna czasownika. • Recenzja z filmu. • Artykuł prasowy- użycie strony biernej. • Ogłoszenie o pracę, CV, list motywacyjny- analiza dokumentów. • Zwroty i wyrażenia w korespondencji administracyjnej- pisanie listu motywacyjnego. • Rozmowa kwalifikacyjna. • Praca studentów, nawiązywanie kontaktów zawodowych. • Tryb „subjonctif"- wprowadzenie. • Opowiadanie doświadczeń zawodowych. • Internet jako najpopularniejsze medium. • Czasy przyszłe: le futur proche/ le futur simple; zdanie warunkowe „si+présent+futur simple" • Plany na przyszłość. • Zdanie warunkowe « si+ imparfait+conditionnel présent » • Wyrażanie życzeń. • Przysłówki- tworzenie, miejsce w zdaniu. • List prywatny, odpowiedź na list prywatny.	
Język francuski (B)	K_U05
• Opowiadanie i relacjonowanie wydarzeń w czasie przeszłym. • Paryż jako stolica mody. • Miejsce zaimków COD/COI w różnych czasach. • Zawody zanikające i nowoczesne. • Prezentacja znanego projektanta mody. • Zaimki rzeczowne wskazujące i dzierżawcze. • Zaimki względne proste i złożone. • Strój ponadczasowy- jeans. • Skargi i rozwiązania problemów, udzielanie rad. • Wyrażanie przyczyny i skutku. • Tryb „subjonctif" w wyrażaniu celu. • Zasady ruchu drogowego- nakazy i zakazy. • Pytania w mowie zależnej. • Wybór zawodu, uzasadnienie wyboru. • Wyrażanie przyczyny. • Mieszkanie w kraju i za granica, argumentacja. • Symbole narodowe Polski i Francji. • „Le passé simple- czas literacki". • Porównania- różne style mieszkań, stopień wyższy przymiotników nieregularnych. • Rynek nieruchomości we Francji i w Polsce. • Wyrażanie przyzwolenia. • Emigracja i mobilność, wyrażanie opinii. • „Le savoir-vivre" zasady dobrego wychowania. • Wypada/ nie wypada podobieństwa i różnice w obyczajach polskich i francuskich. • Przeczenie- podsumowanie. • Wyrażanie zakazu. • Wyrażanie hipotezy. • Strona bierna w artykule prasowym. • Zmiany klimatyczne- słownictwo związane z ekologią. • Nasze zachowania ekologiczne. • Plany na przyszłość, wyrażenia czasowe. • Emeryci kiedyś i dziś; zmiany w zachowaniu i postrzeganiu seniorów. • Tworzenie przedsiębiorstwa- wizja rozwoju. • Wynalazki, które zrewolucjonizowały nasze życie. • Wyrażanie hipotezy i warunku. • Rozwiązania ekologiczne w skali miasta, regionu, kraju. • Przyjaciel idealny; stopień najwyższy przymiotnika. • Współcześni idole. • Prezentacja ulubionej postaci. • Pasje w naszym życiu. • Zgodność czasów w opowiadaniu. • Globalizacja, skutki pozytywne i negatywne. • Konstrukcje czasownikowe z bezokolicznikiem. • Wyrażanie sprzeciwu wobec propozycji. • Sztuka argumentacji w wystąpieniu. • Telefon komórkowy piekło czy raj? • Gdzie kończy się Europa?- informacje o Unii Europejskiej. • Czasowniki przydatne w argumentacji. • Spójność argumentacji- łączniki logiczne. • Transformacje zdań- wyrażanie związków logicznych. • Szkolnictwo wyższe- fakty i oczekiwania. • Prezentacja wybranego przedsiębiorstwa.	
Język niemiecki (A)	K_U05
• Przyjaźń, spotkania, relacje międzyludzkie, pokrewieństwa. Deklinacja typu „n". • Opis osób, przedstawianie , charakterystyka typów zachowań, cechy charakteru. • Prezentacja sylwetki wybranej osoby. Rzeczowniki odprzymiotnikowe. • Magazyn czytelnika – spotkania klasowe po latach i znajdowanie kolegów przez internet, praca z tekstem. • Zawód i praca, miejsce pracy, przedstawienie wad i zalet. • Opis wydarzeń z przeszłości. Czas przeszły Präteritum czasowników regularnych, nieregularnych i mieszanych. • Sprawozdanie z odbytej praktyki, opinia o pracowniku. • Warunki i formy pracy, wymagania, kompetencje. • Praca z filmem – zawody, wykonywane czynności, warunki pracy. • Prezentacja własnych planów i zamiarów zawodowych. • Sytuacja mieszkaniowa, wywiad z pośrednikiem handlu nieruchomościami. Zaimek względny i zdanie względne • Analiza ofert i ogłoszeń, objaśnienie skrótów. Okoliczniki czasu. • Mieszkanie w Niemczech: teksty informacyjne, statystyki, wykresy. • Obsługa klienta, rozmowy telefoniczne. Wzorce reakcji językowych w poszczególnych sytuacjach. • Reklamacja ustna i pisemna. Zdania z „obwohl" i „trotzdem". • Schemat pisma formalnego, zestaw stosowanych zwrotów. • Zaproszenie na firmowe spotkanie promocyjne – praca z tekstem. • .Komputeryzacja życia codziennego, funkcje urządzeń pełnione obecnie i w przyszłości. • Wizje postępu technicznego w przyszłości.	

Czas przyszły Futur I. • Zastosowanie urządzeń elektronicznych w życiu prywatnym i zawodowym – prezentacja. • Praca z filmem – historia i rozwój przedsiębiorstwa, właściwości produktów i ich dystrybucja. • Zaproszenia prywatne i oficjalne. Spójnik warunkowy „falls". • Spotkanie biznesowe, reguły zachowań przy posiłkach i w sytuacjach towarzysko-służbowych. • Plany wakacyjne, wyrażanie życzeń, marzeń i zamiarów. Czasownik „sollen". • Media, rynek prasowy w Niemczech. • Charakterystyka wybranego czasopisma – prezentacja. • .Zakupy, wybór produktów, reakcja na sugestie i propozycje. Konstrukcje zdaniowe z „zu" przed bezokolicznikiem. • Prowadzenie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów. • Doradztwo w sprawach wyProwadzenie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów.boru zawodu, założenia firmy i pozyskiwania klientów. • Wybór zawodu, określanie własnych zdolności i umiejętności. Zdania przyczynowe. • Test wyboru zawodu i kompetencji socjalnych. Profile zatrudnienia. Zdania czasowe ze spójnikiem „bevor" i „während" • Opis osobowości i uzdolnień, wyrażanie opinii i przedstawianie wyników testu. • Miniprojekt - zawód a predyspozycje, słabe i mocne strony kandydata, rozmowa u doradcy. • Praca z filmem – historia i rozwój wydawnictwa Hueber, przedsiębiorstwo rodzinne i jego produkty. • Warunki pracy, koncepcja przedsiębiorstwa przyjaznego pracownikowi. Deklinacja i stopniowanie przymiotnika. • Unia Europejska, możliwości pracy w państwach unijnych, historia, rynek wewnętrzny i główne instytucje. • Zakaz palenia w miejscu pracy – formułowanie argumentów pro i kontra, wyrażanie opinii. Tryb rozkazujący. • IStruktura prezentacji, wzór, typowe zwroty. • Czynniki warunkujące dobre zatrudnienie, atrakcyjność przedsiębiorstwa. • Niewykorzystane szanse i możliwości. Zdania nierzeczywiste w przeszłości. • Relacje z doznanych niepowodzeń - audycja radiowa. Tryb przypuszczający KonjunktivII. • Telefon zaufania, rozmowy o zaistniałych sytuacjach. Struktury „wäre / hätte" + Partizip II. • Opis kontrowersyjnych wydarzeń, dyskusja i komentarz. • Wyrażanie rozczarowania i reakcja na nie – pisanie maila, praca z tekstem na blogu. • Sytuacje codzienne wywołujące uczucie szczęścia. Czas zaprzeszły Plusquamperfekt. • Wyrażanie emocji – środki językowe. • Podsumowanie minionego roku i pomyślnych wydarzeń. Zdania czasowe z „nachdem". • Praca z filmem – „ Nasz kawałek szczęścia " Historia rodziny, ważne dziedziny życia, przeżywanie powodzenia i satysfakcji. • .Imprezy, uroczystości, wydarzenia w miejscu pracy. • Początki pracy zawodowej. Speed-Dating, oczekiwania pracodawców. • Zestawienie świąt i wydarzeń. Zaproszenia pisemne na różne okazje. • Schemat maila i listu okolicznościowego, części składowe. Pisanie zaproszeń.	
Język niemiecki (B)	K_U05
• Nowoczesne media komunikacyjne. Nawiązywanie kontaktów - Speed-Dating. • Określanie własnych umiejętności językowych - praca z filmem. Deklinacja przymiotnika po rodzajniku określonym, nieokreślonym i bez rodzajnika. • Kompetencje medialne, umiejętność twórczego wykorzystania internetowych zasobów w uczeniu się języka obcego, nawigowanie w sieci. Przysłówki czasu. • Biznesowe spotkania w nowym gronie, formy powitania, przedstawiania siebie i innych. • Strategie uczenia się języka obcego zawodowego. • Spotkania prywatne i służbowe. Partykuły modalne. • Planowanie i organizacja uroczystości. • Zaproszenia ustne i pisemne, uzgadnianie terminu spotkania. Rekcja czasowników. Przysłówki zaimkowe w pytaniach i odpowiedziach. • Praca z filmem - „Oktoberfest". • Planowanie i przygotowanie prezentacji. • Posiłek biznesowy, quiz ze znajomości etykiety. • Prezentacja, cechy dobrej prezentacji. • Przygotowanie prezentacji produktu. • Planowanie urlopu, oferty biur podróży. Przypuszczenia - czasownik „werden + wohl" + bezokolicznik • Zakwaterowanie, noclegi - ocena hotelu, opinie na stronie internetowej. Zdania względne, zaimki względne. • Komunikacja miejska w krajach niemieckojęzycznych. • Podróże i pojazdy przyszłości. Czas przyszły „Futur I". • Praca z filmem - podróże marzeń. • Organizacja konferencji, wybór hotelu, korespondencja służbowa. • Rynek mieszkaniowy, różne formy zamieszkiwania. Rzeczowniki złożone. • Wspólnota mieszkaniowa, akademik. Poszukiwanie mieszkania, ogłoszenia. Przyimki określenia czasu. • Pokój studencki, wyposażenie, opis funkcji poszczególnych mebli i przedmiotów. • Zamiana mieszkań na okres wakacji. Szyk wyrazów w zdaniu głównym. • Dom wielopokoleniowy. • Biuro, wyposażenie, przyjazny klimat. • Wspólnota mieszkaniowa ludzi biznesu, wady i zalety. • .Prezentowanie wykonywanego zawodu - praca z filmem. • Idealne miejsce pracy. Tryb przypuszczający. • Ogłoszenia o pracę, życiorys. • Różne metody poszukiwania pracy- Speed- Dating. Rady i wskazówki dla ubiegających się o pracę. Zdania z „damit" i „um...zu". • Podanie o pracę, udzielanie informacji na temat swojego wykształcenia i doświadczenia zawodowego. • Small-talk , wyrażanie opinii na temat wykonywanego zawodu - wady, zalety. • Sławni kompozytorzy i muzycy, notatka biograficzna. Przeczenia. • Style w muzyce, instrumenty muzyczne, zespoły muzyczne. • Festiwale i koncerty muzyczne w krajach niemieckojęzycznych, kalendarz imprez muzycznych. • Planowanie wspólnego wieczoru, zaproszenie na koncert, pisanie prywatnego maila. • Zespół „Rammstein" - prezentacja zespołu. Uzasadnianie wyboru. Zdania z „denn", „weil", „nämlich", „deshalb". • Niemiecka muzyka rockowa - praca z filmem. • Przygotowanie prezentacji na temat niemieckiej muzyki rockowej. • Gry planszowe, teleturnieje. Reguły ulubionych gier. Strona bierna. • Handel elektroniczny, sklep internetowy • Psychologia sprzedaży, interpretowanie zachowań odbiorcy działań marketingowych. Strona bierna z czasownikami modalnymi. • Przyzwyczajenia konsumentów podczas robienia zakupów, identyfikacja różnic w zachowaniu konsumentów. • Dyskusja na temat zakupów online - pozytywy, negatywy. • Zawartość portfela, konto bankowe, karty kredytowe. • Zdobywanie nowych umiejętności, podnoszenie kwalifikacji, oferty kursów, certyfikaty. Dopełniacz rzeczownika. • Zaawansowane techniki wyszukiwania informacji, systemy kształcenia na odległość, platformy edukacyjne. • Wyposażenie nowoczesnego laboratorium językowego. Przyimki określenia miejsca. • System kształcenia w Niemczech - forum dyskusyjne. • Zawody techniczne, obsługa i opis sprzętu technicznego, instrukcje obsługi. Przyimki z celownikiem i biernikiem. • Awarie i uszkodzenia urządzeń. Tryb rozkazujący. • Reklamacje - korespondencja mailowa.	
Język rosyjski (A)	K_U05
• Sposoby zdrowego odżywiania się. • Zwyczaje ślubne w Polsce oraz w Rosji. • Święta rodzinne! Zdania współrzędnie złożone ze spójnikami а, и, но, или. • Czas wolny. Redagowanie krótkiej recenzji spektaklu/ filmu. • Środki masowego przekazu. Wyrażanie opinii n/t mass mediów i ich roli. • Internet czy gazety? • Zaimki wskazujące этот, эта, это, эти, тот, та, то, те. • Czasownik пользоваться (чем?). • Niepełnosprawni są wśród nas. • Leksyka oraz konstrukcje związane z problemami niepełnosprawnych. • Popularne zawody. Nazywanie popularnych zawodów w formie męskiej i żeńskiej. Zaimki przeczące никто, ничто, некто, нечто, никогда, некогда, никуда, некуда. • Obowiązki zawodowe. • Słownictwo służące do opisywania czynności związanych z wykonywaniem popularnych zawodów • Rozmowa o pracę. Udzielanie porad dotyczących wyboru zawodu oraz przygotowania się do rozmowy o pracę. • Rynek pracy w Moskwie. • Opisywanie zalet i wad niektórych zawodów. • Redagowanie ogłoszeń o pracę. • Praca za granicą. Plusy i minusy pracy za granicą. • Powtórzenie materiału. • Prowadzenie rozmowy n/t planów dotyczących przyszłości po ukończeniu studiów. • Studia w Polsce. • Nazwy uczelni i kierunków studiów; popularne skrótowce. • Słownictwo związane z formalnościami i warunkami przyjęcia na studia. • Studia w Rosji. • Rozwijanie skrótów nazw uczelni i kierunków studiów. • Uzasadnianie wyboru kierunku studiów. • Redagowanie e-maila i listu prywatnego • Życie studenckie. • Konstrukcja стать/быть/ работать (кем?). • Konstrukcja быть по профессии/по образованию (кем?). •Konstrukcja несмотря на то,что. • Wycieczki. • Opisywanie/planowanie /relacjonowanie przebiegu wycieczki zorganizowanej. • Redagowanie pytań dotyczących ofert wycieczek. • Obozy letnie. • Nazwy wyposażenia turystycznego. • Słownictwo związane z podróżowaniem pociągiem. • Rzeczownik путь. • Biuro turystyczne. • Redagowanie ulotek reklamowych wycieczek. • Redagowanie listu formalnego zawierającego określone informacje (reklamacja). • Turystyka w Polsce. • Nazywanie bazy noclegowej. • Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Turystyka w Rosji. • Pełne znaczenie skrótowców турбюро, турбаза, ж/д. • Czasowniki заказать, забронировать. • Wynajem mieszkania na lato. • Leksyka oraz konstrukcje stosowanie w ogłoszeniach o wynajmie mieszkań. • Czasowniki снимать, снять, сдать в аренду. • Biuro nieruchomości. • Opisywanie wyglądu pomieszczeń oraz ich wyposażenia na podstawie ilustracji. • Dom czy mieszkanie? Gdzie lepiej żyć? • Zdania bezpodmiotowe. • Powtórzenie materiału. • Nazwy elementów wyposażenia turystycznego. • Leksyka oraz konstrukcje związane z opisem mieszkania. • Korespondencja e-mailowa. •Redagowanie listu prywatnego n/t pechowego wyjazdu.• Leksyka stosowana w liście prywatnym. • Nasi sąsiedzi. • Imiesłowy przysłówkowe współczesne i uprzednie: tworzenie i zastosowanie. • Ziemia - nasza planeta. • Opisywanie i proponowanie różnych działań proekologicznych. • Prezentacja danych dotyczących biodegradacji niektórych przedmiotów codziennego użytku. • Chroń przyrodę. • Przeprowadzanie ankiety n/t działań na rzecz ochrony środowiska. • Przygotowanie i prezentacja referatu n/t zagrożeń środowiska. • Klęski żywiołowe. • Opisywanie klimatu i pogody. • Nazywanie i opisywanie klęsk żywiołowych. • Ekologiczny kryzys. • Opisywanie klimatu i pogody. • Nazywanie i opisywanie klęsk żywiołowych. • Kataklizmy. • Opisywanie czynności związanych z postępowaniem w sytuacji zagrożenia kataklizmem. • Forma prosta (słowotwórcza) stopnia najwyższego przymiotników. • Świat technologii. • Konstruowanie wypowiedzi dotyczących odkryć naukowych, nowinek technicznych, wyrażanie opinii na ich temat. • Słownictwo związane z korzystaniem z niektórych urządzeń technicznych. • Wynalazki XXI wieku. • Opisywanie technologii informacyjno-komunikacyjnych. • Opisywanie awarii. • Komputer i Internet. • Awarie. • Technika i my. • Nazywanie i opisywanie wynalazków. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Wszyscy jesteśmy równi. • Konstruowanie wypowiedzi n/t społecznych ról kobiet i mężczyzn. • Wyrażanie opinii n/t partnerstwa. • Leksyka i konstrukcje dotyczące równouprawnienia oraz społecznych ról kobiet i mężczyzn • Konflikt pokoleń. • Wyrażanie opinii o konflikcie pokoleń oraz słuszności niektórych nakazów i zakazów. • Młodzieżowe subkultury. • Czasowniki запрещать, запретить. • Zaimki względne каждый, всякий, любой. • Ważne daty w naszym życiu. • Określanie dat wydarzeń. • Liczebniki złożone • Towary i usługi. • Rozumienie tekstu czytanego : dialogi n/t awarii i naprawy przedmiotów codziennego użytku. • Wpływ reklamy na człowieka. • Opisywanie czynności związanych z reklamą. •Nazywanie i opisywanie usług. • Zakupy w Internecie. • Wypowiadanie się n/t zakupów internetowych. • Biernik liczby mnogiej rzeczowników żywotnych i nieżywotnych. • Wojna. • Wyrażanie opinii n/t służby wojskowej (w tym zawodowej oraz służby kobiet): dyskusja. • Słowa i wyrażenia związane z państwem, służbą wojskową, konfliktami oraz problemami wewnętrznymi i międzynarodowymi. • Dług obywatelski. • Rozumienie tekstu czytanego: relacjonowanie treści. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy socjalne. • Nazywanie i opisywanie wybranych problemów społecznych oraz proponowanie sposobów ich rozwiązania. • Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Człowiek i społeczeństwo. • Prowadzenie debaty n/t problemów bezrobocia i bezdomności oraz sposobów walki z nimi. • Konstrukcje czasowe z przyimkami за i через. • Mistrz i Małgorzata. • Relacjonowanie treści tekstu. • Elementy wiedzy o Rosji: życie i twórczość Michała Bułhakowa. • Mitologia słowiańska. • Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Domowoja : ducha domu. • Malarstwo rosyjskie. • Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t malarzy rosyjskich : Iwana Szyszkina i Wasilija Kandinskiego. • Federacja Rosyjska. • Słownictwo związane ze strukturą i ustrojem politycznym Federacji Rosyjskiej. • Rosja dzisiaj. • Rozumienie tekstu czytanego dotyczącego struktury i ustroju politycznego Federacji Rosyjskiej. • Polska w europie. • Rozumienie tekstu czytanego dotyczącego struktury i ustroju politycznego w Polsce.	
Język rosyjski(B)	K_U05
• Wygląd zewnętrzny. • Nazywanie cech charakteru. • Pytanie o dane personalne. • Przetwarzanie i przekazywanie informacji. • Problemy etyczne. • Zaimki osobowe z przyimkiem lub bez niego. • Wyposażenie domu. • Czas teraźniejszy czasowników. • Rynek nieruchomości. • Rzeczowniki • Remont mieszkania. • Przymiotniki • Wymagania szkolne. • Czasowniki: учить, учиться, изучать • System oświaty w Polsce i w Rosji. • Wymagania szkolne. • Przyimki: в, на • Zawody i stanowiska. • Czynności związane z wykonywaniem różnych zawodów. • Praca zawodowa. • Opisywanie pracy dorywczej. • Opisywanie rynku pracy. • Czas teraźniejszy czasowników. • Nasze portfolio. • Redagowanie listu motywacyjnego, • Redagowanie CV. • Rzeczowniki. • Święta rodzinne. • Nazywanie i opisywanie świąt i uroczystości. • Zaimki dzierżawcze. • Członkowie rodziny, koledzy i przyjaciele. • Czas wolny i styl życia • Czasowniki zwrotne. • Stosunki między ludźmi. Przysłówki miejsca i kierunku. • Artykuły spożywcze. Nazywanie artykułów spożywczych. • Nazywanie opakowań produktów. • Lokale gastronomiczne. • Liczebniki 1,2,3,4 w połączeniu z rzeczownikiem i przymiotnikiem. • Opisywanie diet. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Zaimki wskazujące. • Tryb rozkazujący. • Usługi dla ludności. • Kupno i sprzedaż. Czasowniki купить/покупать. • Bank (środki płatnicze). Liczebniki główne. Rzeczownik рубль. • Towary. • Reklama. Przysłówki stopnia i miary. • Środki transportu Ciekawe miejsca w Rosji. • Opisywanie czynności związanych z podróżowaniem. • Nazywanie i opisywanie bazy noclegowej. • Rzeczowniki zakończone na -ий -ия, -ие. • Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Redagowanie blogu. • Dziedziny sztuki (film). • Gatunki filmowe. • Mass media. • Czas teraźniejszy czasowników. • Dyscypliny sportowe. • Obiekty sportowe. • Sportowcy. • Sprzęt sportowy. • Stopień wyższy przymiotników. • Zawody sportowe. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Opisywanie samopoczucia. • Nazywanie i opisywanie objawów chorób i sposobów ich leczenia. • Leczenie. • Przyimki w konstrukcjach określających czas i kierunek • Uzależnienia. • Tryb rozkazujący • Nazywanie podstawowych urządzeń technicznych. • Opisywanie czynności związanych z korzystaniem z podstawowych urządzeń technicznych. • Komputer i internet. Nazywanie elementów z dziedziny „Komputer i Internet". • Flora i fauna. • Nazywanie i opisywanie roślin i zwierząt. • Opisywanie krajobrazu. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękkotematowe. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękkotematowe. • Ekologia. • Opisywanie czynności związanych z ochroną środowiska naturalnego. • Rosja. Opisywanie struktury państwa. • Nazywanie urzędów. • Organizacje społeczne i międzynarodowe. • Czas teraźniejszy czasowników • Gospodarka narodowa. • Konflikty wewnętrzne i międzynarodowe • Życie społeczne. Zaimek себя. • Wyrażenie друг друга. • Konflikty międzynarodowe. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy socjalne. Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Konstrukcje czasowe z przyimkami за i через. • Mistrz i Małgorzata. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje dotyczące życia i twórczości Michała Bułhakowa. • Mitologia. Informacje encyklopedyczne dotyczące wybranych zagadnień z mitologii słowiańskiej. • Wasilij Kandinskij. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Wasilija Kandinskiego. • Relacjonowanie treści tekstu. • Iwan Szukszyn. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Iwana Szyszkina • Relacjonowanie treści tekstu. • Bajki rosyjskie. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Święta w Rosji. Nazywanie i opisywanie świąt. • Święta w Polsce. Nazywanie i opisywanie świąt.	

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.	127 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	46 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub	13 ECTS

nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	94 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	150 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=1473&C=2019, które stanowią integralną część programu studiów.

3.2.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	!
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	!
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	!
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	!
Sumy za semestr: 1			**225**	**90**	**0**	**0**	**315**	**30**	**2**	**4**
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Informatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	!
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	!
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 2			**180**	**60**	**120**	**0**	**360**	**30**	**2**	**2**
3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	!
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	!
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	!
Sumy za semestr: 3			**210**	**165**	**75**	**0**	**450**	**30**	**3**	**3**
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	!
4	ML	Budowa samolotów	30	0	15	0	45	4	N	
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	!
4	MI	Meteorologia 1	15	0	0	0	15	1	N	!
4	MI	Nawigacja 1	15	15	0	0	30	2	N	!
4	MK	Podstawy konstukcji maszyn (S+C)	30	0	0	30	60	4	N	
4	MI	Prawo lotnicze i przepisy 2	15	0	0	0	15	1	N	
4	MI	Przygotowanie do lotów 1	0	15	0	0	15	1	N	!
4	MI	Wybrane zagadnienia pilotażowe	30	15	0	0	45	3	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wyposażenie pokładowe [C]	30	0	15	0	45	3	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
4	MI	Łączność lotnicza 1	0	15	0	0	15	1	N	
Sumy za semestr: 4			**210**	**150**	**60**	**30**	**450**	**30**	**2**	**5**
5	MI	Instalacje pokładowe 3	30	0	15	0	45	4	T	
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	!
5	ML	Konstrukcja i osiągi samolotu 1	15	0	15	0	30	3	N	
5	ML	Mechanika lotu1	30	30	15	0	75	4	T	
5	MI	Meteorologia 2	30	15	0	0	45	4	N	
5	MI	Metrologia 2	15	0	15	0	30	3	N	
5	MI	Nawigacja 2	15	30	0	0	45	4	T	
5	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	3	N	
5	MI	Przygotowanie do lotów 2	0	30	0	0	30	3	N	!
5	MZ	Szkolenie praktyczne 1	0	0	0	0	0	0	N	
5	WF	Trening kondycyjny 1	0	30	0	0	30	0	N	
Sumy za semestr: 5			**165**	**180**	**75**	**0**	**420**	**30**	**3**	**2**
6	MI	Fizjologia i psychologia lotnicza	15	15	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	ML	Konstrukcja i osiągi samolotu 2	30	0	15	0	45	4	T	
6	MI	Prawo lotnicze i przepisy 3	30	0	0	0	30	3	N	
6	MI	Procedury operacyjne	0	30	0	0	30	3	N	
6	MZ	Przygotowanie do lotów 3	0	30	0	0	30	2	N	!
6	MT	Technologia lotnicza (C)	30	0	15	0	45	3	N	
6	WF	Trening kondycyjny 2	0	30	0	0	30	0	N	
6	MI	Wyposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	T	
6	MI	Wyposażenie radiowe	30	0	15	0	45	4	T	

6	MI	Łączność lotnicza 2	0	30	0	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 6			**165**	**165**	**60**	**0**	**390**	**30**	**4**	**1**
7	ML	Eksploatacja statków latających 2	15	0	15	0	30	2	N	
7	ML	Konstrukcja i osiągi samolotu 3	30	0	15	0	45	3	N	
7	MI	Meteorologia 3	0	15	0	0	15	3	N	
7	MI	Nawigacja 3	30	30	0	0	60	4	T	
7	MI	Planowanie lotu	15	45	0	0	60	4	N	
7	MI	Pokładowe systemy sterowania	30	0	15	0	45	4	T	
7	MI	Prawo lotnicze i przepisy 4	30	0	0	0	30	2	N	
7	MZ	Przygotowanie do lotów 4	0	30	0	0	30	3	N	
7	ML	Silniki lotnicze	15	0	0	0	15	3	N	
7	MZ	Szkolenie praktyczne 2	0	0	0	0	0	0	N	
7	WF	Trening kondycyjny 3	0	30	0	0	30	0	N	
7	MI	Łączność lotnicza 3	0	30	0	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 7			**165**	**180**	**45**	**0**	**390**	**30**	**2**	**1**
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MI	Inteligentne systemy decyzyjne w lotnictwie	30	15	0	0	45	4	N	
8	MI	Metody symulacji w lotnictwie	30	15	0	0	45	4	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Przedmiot hum. -psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	MZ	Przygotowanie do lotów 5	0	30	0	0	30	2	N	
8	WF	Trening kondycyjny 4	0	30	0	0	30	0	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	
Sumy za semestr: 8			**90**	**90**	**0**	**90**	**270**	**30**	**0**	**0**
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			**1410**	**1080**	**435**	**120**	**3045**	**240**	**18**	**18**

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. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.2.2. Mogą być wybierane przez studentów niezależnie od wyborów specjalności/ścieżki kształcenia.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
3	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	5	N	
5	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	3	N	

3.2.4. 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 osiąganych 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	18
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	10
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	3
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	429.12 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	63
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	31 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	9 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	217 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	25
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	49.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	2

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	95 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	95.17 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=1473&C=2019

3.2.5. 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=1473&C=2019, które stanowią integralną część programu studiów.

Aerodynamika 1	K_W07, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01
• Teoria profilu cienkiego: dekompozycja zagadnienia na opływ formy symetrycznej i szkieletowej. Systematyka profili NACA. Zagadnienie proste i odwrotne w teorii profilu cienkiego. Model „1/4-3/4" Weissingera-Pistolesiego. Modyfikacja teorii profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: klapa, slot, klapa szczelinowa. Wpływ ściśliwości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtla-Glauerta. • Profil o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu brzegowego do wyznaczania opływu profili pojedynczych i ich układów. Rodzaje warunków brzegowych: Dirichleta i Neumana. Przegląd metod panelowych wady i zalety. Wybrane metody obliczeniowe: liniowy rozkład wirów, stały rozkład dipoli. Wpływ ściśliwości: poprawka von Kármána-Tsiena • Warstwa warstwa przyścienna na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Metoda Heada dla turbulentnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jonesa dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Sterowanie cyrkulacją na profilu, efekt Coandy. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i oblodzenia na charakterystyki płata nośnego. • Płat o skończonym wydłużeniu I: Opis geometrii płata nośnego: definicja powierzchni nośnej, wydłużenie, średnia cięciwa aerodynamiczna. Teoria linii nośnej. Metoda Treftza-Glauerta. Kąt indukowany, odchylenie strug za skrzydłem. Opór indukowany. Współczynnik siły nośnej i współczynnik oporu indukowanego Cz, Cxi. Rozkład cyrkulacji zapewniający minimalny opór indukowany: twierdzenie Munka. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ziemi (ekranu) na charakterystyki aerodynamiczne płata, wpływ płata na usterzenie w układzie klasycznym. Uproszczone szacowanie wpływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmayra, funkcja Theodorsena, przeciągnięcie dynamiczne • Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową: zastosowanie pomiaru metody Jonesa do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profili lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z klapą szczelinową • Płat o skończonym wydłużeniu : pomiar wagowy siły nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termoanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej	
BHP i ergonomia	K_W14, K_U10
• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Budowa i projektowanie obiektów latających	K_W11, K_W12, K_U01, K_K04
• Ogólne wprowadzenie do zagadnień Lotnictwa, uwarunkowania fizyczne, techniczne, ekonomiczne i prawne • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu, • Zespoły napędowe • Podstawowe osiągi w locie • organizacja procesu projektowania, uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie). • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie. • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne. Model masowy samolotu: nomenklatura i zasady szacowania masy. • Ogólne informacje o przepisach budowy samolotów i instytucjach nadzoru lotniczego, Normowanie obciążeń samolotu: zasady ogólne wyznaczania obciążeń i podstawowe typy obciążeń w locie i na ziemi • Przegląd układów konstrukcyjnych samolotów i typów struktur nośnych (kratownicowych, półskorupowych i skorupowych) • Schematy konstrukcyjne: płatów, kadłubów, usterzeń, podwozi i płatowcowych elementów zespołów napędowych. • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne.	
Budowa samolotów	K_W06, K_W11, K_U09, K_K02
• Cykl życia konstrukcji lotniczej - od projektu do złomowania. Przepisy budowy i eksploatacji statków powietrznych. • Podstawowe modele i schematy statyczne w strukturach lotniczych. • Struktury cienkoscienne. • Struktury kompozytowe i przekładkowe. • Stateczność konstrukcji lotniczych. • Podział konstrukcyjny i technologiczny płatowca. • Schematy konstrukcyjne skrzydeł i innych powierzchni nośnych. • Schematy konstrukcyjne kadłubów. • Schematy konstrukcyjne podwozi. • Elementy budowy śmigłowców. • Budowa innych statków powietrznych. • Naziemne próby stanowiskowe i próby w locie. • Historia myśli konstrukcyjnej w budowie płatowców. • Praktyczny opis samolotu, jego elementów konstrukcyjnych. Identyfikacja roli i charakteru pracy struktury nośnej.	
Egzamin inżynierski	K_W12, K_U08, K_K03
• Egzamin pisemny	
Ekonomia	K_W14, K_W15, K_U01, K_U11, K_K05
• Wprowadzenie do ekonomii (zarys myśli ekonomicznej, podstawowe pojęcia, zasady i założenia analizy mikroekonomicznej, miejsce ekonomii w systemie nauk społecznych i związki z innymi dyscyplinami nauki). Wprowadzenie do mikroekonomii. • Model gospodarki rynkowej (instytucje, produktywność, sprawność, podmioty, zasoby i strumienie w systemie gospodarczym; rynek - klasyfikacje i zasady funkcjonowania). • Popyt (prawo popytu, wyjątki, determinanty, elastyczność popytu), podaż (prawo podaży, wyjątki, determinanty, elastyczność podaży), równowaga rynkowa w krótkim, średnim i długim okresie, wpływ cen regulowanych na rynek, model pajęczyny. • Teoria wyboru konsumenta (funkcjonowanie gospodarstw domowych, użyteczność, I i II prawo Gossena, renta konsumenta Marshalla, równowaga konsumenta). • Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa (wprowadzenie do teorii przedsiębiorstwa, podstawowe definicje, klasyfikacje i procesy). • Funkcja produkcji w krótkim i długim okresie, efekty skali, wybór optymalnej technologii. • Instrumenty zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie, funkcja kosztów w długim i krótkim okresie, zagadnienie kosztów a płynność finansowa. • Konkurencja doskonała a konkurencja monopolistyczna. • Konkurencja ograniczona - monopol i oligopol. • Wprowadzenie do makroekonomii, podstawowe zjawiska i problemy makroekonomiczne. • Rozwój systemów gospodarczych, wzrost gospodarczy - pomiar i uwarunkowania produktu i dochodu narodowego oraz jego determinanty, koniunktura gospodarcza (cykle) oraz rola inwestycji w gospodarce, analiza sytuacji w Europie i na świecie. • Znaczenie sektora finansów publicznych, organizacja SFP (podsektory), wpływ polityki fiskalnej na dochód narodowy, rola państwa w gospodarce, budżet jako narzędzie oddziaływania na gospodarkę, zagadnienie deficytu budżetowego i długu publicznego, wpływ pomocy publicznej (w tym ze środków UE) na rozwój podmiotów gospodarki narodowej, analiza sytuacji w Europie. • Rozwój systemu pieniężnego, rola pieniądza w gospodarce, pieniądz sensu stricte i sensu largo, popyt na pieniądz, podaż pieniądza i mechanizmy jego kreacji, ilościowa teoria pieniądza, agregaty pieniądza. • System bankowy państwa, rola banku centralnego i polityki monetarnej, narzędzia polityki monetarnej, rynek międzybankowy oraz działalność banków komercyjnych. • Zjawisko inflacji oraz jej skutki społeczne i ekonomiczne, popytowe i podażowe przyczyny inflacji, pomiar zjawisk inflacyjnych - wskaźniki inflacji, analiza sytuacji w Europie, polityka antyinflacyjna. • Rynek pracy, polityka zatrudnienia, znaczenie kompetencji oraz procesów demograficznych, elastyczność rynku pracy, bezrobocie jako problem ekonomiczno-społeczny. • Międzynarodowe relacje gospodarcze, rynek walutowy, bilans płatniczy, jednolity rynek Unii Europejskiej i jego znaczenie dla rozwoju państw członkowskich, w tym rozwijających się. Rola Unii Europejskiej w gospodarce globalnej.	
Eksploatacja statków latających 2	K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K02, K_K05
• Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej • Problemy eksploatacyjne techniki lotniczej • Ocena właściwości eksploatacyjnej pojedynczego elementu • Analiza właściwości eksploatacyjnych złożonych systemów technicznych • Organizacja systemu transportowego • Systemy bezpieczeństwa lotów • Badania eksploatacyjne statków powietrznych • Organizacja procesu obsługi naziemnej statku powietrznego • Procedury przygotowania do lotu statku powietrznego • Procedury przeglądu statku powietrznego po locie	
Fizjologia i psychologia lotnicza	K_W14, K_K02, K_K03
• Metabolizm, wydzielanie i regulacja temperatury: □ Wątroba i jej funkcje □ Trzustka i jej funkcje □ Enzymy trawienne □ Wydalanie przez skórę: □ Funkcje □ Regulacja temperatury organizmu □ Układ moczowy: □ Budowa i funkcje • Układ wzrokowy: □ Budowa oka □ Uzyskiwanie obrazu □ Cechy widzenia □ Wady układu wzrokowego □ Widzenie kolorów □ Widzenie w nocy □ Wpływ światła słonecznego na układ wzrokowy • Iluzje wzrokowe: □ Orientacja przestrzenna □ Dezorientacja przestrzenna □ Złudzenia prowadzące do problemów przy lądowaniu □ Złudzenia w powietrzu □ Złudzenia w nocy □ Złudzenia w deszczu □ Ostrość widzenia □ Martwy punkt • Układ słuchowy i błędnik: □ Budowa ucha środkowego i wewnętrznego □ Hałas, jego skutki i ochrona □ Błędnik • Złudzenia związane z błędnikiem: □ Pochodzące od przechyleń □ Pochodzące od przyspieszeń liniowych □ Vertigo □ Pochodzące od przyspieszeń kątowych □ Zapobieganie skutkom złudzeń • Wpływ wysokości na organizm: □ Skład powietrza atmosferycznego □ Zapotrzebowanie na tlen □ Choroba wysokościowa i jej formy: □ Objawy □ Fazy (stadia) □ Czynniki zwiększające podatność □ Czas do wystąpienia choroby wysokościowej w zależności od wysokości □ Hiperwentylacja, objawy, sposób postępowania □ Gwałtowna dekompresja □ Problemy przy zniżaniu/wznoszeniu dotyczące zatok i uszu □ Choroba dekompresyjna, objawy, sposób postępowania • Problemy związane z lotami na dużych wysokościach: □ Promieniowanie kosmiczne □ Ozon □ Wilgotność □ Kabiny ciśnieniowe □ Instalacje tlenowe • Zdrowie i higiena: □ Wymagania odnośnie sprawności psychofizycznej członka personelu lotniczego Utrata sprawności psychofizycznej □ Ciśnienie krwi, niedociśnienie, nadciśnienie □ Oddawanie krwi □ Choroba wieńcowa, czynniki ryzyka, zawał □ Anemia □ Otyłość, jej efekty i wskaźnik BMI □ Hipoglikemia □ Choroby tropikalne, możliwy sposób zarażenia □ Wpływ palenia tytoniu na zdrowie □ Przyjmowanie leków □ Wpływ picia alkoholu na zdrowie □ Wpływ kofeiny na zdrowie □ Wpływ czynników toksycznych na zdrowie □ Epilepsja i omdlenia □ Wpływ przyspieszeń na człowieka □ Choroba lokomocyjna • Sen: □ Zmęczenie □ Sen □ Skutki braku snu □ Zaburzenia snu • Układ nerwowy: □ Centralny system nerwowy □ Ośrodkowy układ nerwowy	
Fizyka 1	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04
• Elementy mechaniki klasycznej:Zasady dynamiki Newtona. Zasady zachowania: energii, pędu, momentu pędu. Mechanika brył sztywnych. • Elementy szczególnej teorii względności: zasada względności, koncepcja czasu i przestrzeni, czasoprzestrzeń, geometria czasoprzestrzeni. Transformacje Lorentza. Kinematyka i dynamika relatywistyczna. • Pole elektromagnetyczne. Oddziaływanie ładunków w ruchu. Fale elektromagnetyczne. • Optyka geometryczna i falowa. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. • Elementy wibroakustyki. Drgania harmoniczne proste, tłumione i wymuszone. Pełny zakres częstotliwości fal sprężystych; infradźwięki, dźwięki, ultradźwięki, hiperdźwięki. Właściwości fizyczne ultradźwięków, zastosowania w technice. Obszar słyszalności, poziom ciśnienia akustycznego. Hałas. Ochrona środowiska . • Elementy optyki. Optyka geometryczna, optyka falowa. Zastosowania w technice. • Przenikanie się i wzajemna stymulacja fizyki i techniki.	
Fizyka 2	K_W02, K_U08
• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz	

elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Regula faz Gibbsa, wyznaczanie ilości stopni swobody • Wykresy fazowe stopów dwuskładnikowych z przemianą eutektyczną i perytektyczną • Wykresy fazowe stopów trójskładnikowych. • Nadprzewodnictwo • Zajęcia organizacyjne • przepływ ciepła w metalach i stopach - pomiar przewodnictwa cieplnego • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe w metalach i stopach • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Widma atomowe • Zajęcia zaliczeniowe

Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	K_W05, K_U12, K_K04

• Przedmiot, cel i zakres geometrii wykreślnej. Elementy podstawowe w geometrii wykreślnej i podstawowe pojęcia. Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przybależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur z płaszczyzny rzutującej. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w ośmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Punkt przebicia wielościanu prostą. Przenikanie wielościanów. • Powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. • Widoki, przekroje i kłady przedmiotów. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Rysunki wykonawcze części maszyn. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Praca kontrolna: pismo techniczne. • Sprawdzian: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. • Sprawdzian: rzuty prostokątne. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna: przenikanie brył. • Sprawdzian: przekroje proste. Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Uzupełnienie dokumentacji studenta.

Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	K_W05, K_U12, K_K01

• Zastosowanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Przypomienie wiadomości o tolerancjach geometrycznych, pasowaniach i chropowatości powierzchni. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elekroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złozeniowe • Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Przekroje złożone: na podstawie rysunku asonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych wraz z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: tuleja, wał, koło zębate, pokrywa, wspornik. • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji.

Historia techniki lotniczej	K_W12

• Epoka pierwszych wzlotów balonowych. Pionierzy aerostatów. Bracia Montgolfier, Alberto Santos-Dumont. Początki techniki sterowców. Wykorzystanie wczesnych silników spalinowych do napędu aerostatów. • Rozwój techniki sterowcowej. Sterowce szkieletowe hrabiego Zeppelina - struktura sterowców. Wykorzystanie duraluminium w konstrukcjach sterowców • Właściwości profilu aerodynamicznego, zasada działania skrzydła, podstawowe wielkości aerodynamiczne, lot ślizgowy. Biegunowa profilu, skrzydła, samolotu. Projekty statków powietrznych epoki wczesnopionierskiej. • Pierwsze loty ślizgowe. Szybowce Otto Lilienthalla. Pierwsze loty silnikowe: samoloty braci Wright • Zasady silnikowego lotu horyzontalnego. Stateczność statyczna, zapas stateczności. Samoloty epoki pionierskiej. Alberto Santos-Dumont, Henry Farman, Louis Bleriot. Pierwsze przeloty rekordowe • Zasada działania sterów i lotek. Urządzenia zmieniające właściwości aerodynamiczne skrzydła. Polskie konstrukcje lotnicze ery pionierskiej • Lotnictwo wojskowe I Wojny Światowej. Rozwój konstrukcji lotniczych - pierwsze struktury półskorupowe i skorupowe. Lotnice silniki spalinowe okresu I WS. Sylwetki lotników: Manfred von Richthoffen, Albert Ball, Rene Fonck, Ostwald Boelcke, Charles Nungesser • Rozwój lotnictwa komunikacyjnego okresu międzywojennego. Wielkie przeloty rekordowe. Wyścig Londyn-Melbourne. • Podstawowe zagadnienia wytrzymałości konstrukcji. Rodzaje struktur lotniczych i sposoby przenoszenia obciążeń Początki wielkich koncernów lotniczych: Boeing, Douglas. Pierwsze konstrukcje lotnicze o cienkościennych pokryciach pracujących • Konstrukcje lotnicze II Wojny Światowej. Pierwsze napędy odrzutowe. Polskie konstrukcje lotnicze wykorzystane w wojnie obronnej. Rozwój silników spalinowych: sławne konstrukcje (Junkers, BMW, Rolls-Royce, Alisson, Wright) Sylwetki sławnych lotników • Projekty lotnicze końcowego etapu wojny i ich wykorzystanie w okresie powojennym. Rozwój napędów odrzutowych, samoloty użyte podczas konfliktu w Korei. Rozwój samolotów komunikacyjnych okresu powojennego. Pierwsze konstrukcje pasażerskie z napędem odrzutowym. • Początki zastosowania kompozytów w lotnictwie. Konstrukcje militarne do zadań specjalnych: samoloty U-2 i Lockheed Blackbird. Przegląd wojskowych konstrukcji powojennych, do czasów współczesnych • Początki techniki rakietowej. Zasady lotu orbitalnego, prędkości kosmiczne. Zarys historii lotów kosmicznych • Zajęcia seminaryjne - referaty na tematy uzgodnione z prowadzącym, z zakresu historii lotnictwa i techniki lotniczej

Informatyka	K_W03, K_U02, K_U06, K_U17, K_K01, K_K04

• Przypomnienie wiadomości z Technologii informacyjnej. Programowanie proceduralne w języku C++. Przekazywanie tablic (jedno- i dwuwymiarowych) do funkcji. Funkcje rekurencyjne. Funkcje biblioteczne. • Szablony funkcji. Struktury. Definicja typów strukturowych. Tworzenie zmiennych strukturowych. Odwołanie do składników struktur. Unie. • Pliki tekstowe i nietekstowe (binarne). Zmienne plikowe - strumienie. Operacje na plikach: tryb tekstowy i nietekstowy, otwieranie i zamykanie plików, zmiana wskaźnika danych pliku, odczyt i zapis ciągów znaków i bloków bajtów. Wykorzystanie funkcji biblioteki fstream. • Podstawy programowania zorientowanego obiektowo. Definicja typów (klas) obiektowych. Enkapsulacja: specyfikacja dostępu do składników. Tworzenie zmiennych obiektowych. Odwołanie do składników (danych i metod) obiektów. • Programowanie zorientowane obiektowo. Dziedziczenie. Polimorfizm, funkcje wirtualne. • Kolokwium zaliczeniowe wykładu. • Zasady tworzenia programów w środowisku C++. Pierwsze programy: instrukcja przypisania, operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne, wprowadzanie i wyprowadzanie danych, formatowanie operacji we/wy. Programy wykorzystujące instrukcje warunkowe: if, switch. • Instrukcje iteracyjne for, while, do-while. Rejestracja danych w pętli, wyznaczanie wartości ekstremalnych, obliczanie parametrów statystycznych zarejestrowanych danych. Obliczanie n! przy pomocy wybranej (przez menu z instrukcją switch) instrukcji iteracyjnej, szukanie NWP dwóch liczb całkowitych. Tablicowanie wybranej funkcji jednej zmiennej. Wyznaczanie miejsca zerowego funkcji jednej zmiennej przy pomocy metody bisekcji. • Tablice jednowymiarowe (wektory). Szukanie wartości ekstremalnych, wyznaczanie parametrów statystycznych, obliczanie iloczynu skalarnego wektorów. Generowanie nowego wektora na bazie zadanych (dwóch) wektorów. Zamiana miejscami wybranych elementów w wektorze (np. zamiana parami, odwracanie kolejności). • Tablice dwuwymiarowe (macierze). Iloczyn skalarny wiersza i kolumny macierzy zgodnych, mnożenie macierzy. Sumowanie wybranych elementów (wierszy, kolumn, obszarów) macierzy. Wyznaczanie wektora z elementów odpowiednich wierszy (kolumn) macierzy. • Kolokwium I. • Programowanie proceduralne - podprogramy. Funkcja wykorzystująca wszystkie sposoby przekazywania parametrów (przez wartość, wskaźnik, referencję) i zwracająca kod błędu. Funkcje wywoływane w pętli. • Funkcje operujące na tablicach jedno- i dwuwymiarowych. Funkcja do sortowania wektora. Funkcja do wyszukiwania binarnego zadanej wartości w posortowanym wektorze. Wykorzystanie funkcji do operacji na wektorach w postaci wierszy macierzy. Struktury: liczby zespolone, tablice których elementami są struktury. • Odczyt i zapis danych w plikach tekstowych i nietekstowych (wyznaczanie parametrów statystycznych danych liczbowych zapisanych w pliku, wyszukiwanie danych według zadanego kryterium). Projekt systemu zarządzania bazą danych (np. osobowych) zapisanych w pliku. • Kolokwium II. • Programowanie zorientowane obiektowo.

Instalacje pokładowe 3	K_W10, K_U12

• Treści wykładu odniesione są do wymagań przepisów lotniczych określających zakres szkolenia teoretycznego do licencji pilota zawodowego i liniowego ATPL (numeracja tematów wg EASA FCL). HYDRAULIKA 021 01 07 01 Podstawowe zasady hydromechaniki płyny hydrauliczne schemat konstrukcji i funkcjonowanie instalacji hydraulicznych 021 01 07 02 Instalacje hydrauliczne instalacja główna, rezerwowa i awaryjna użytkowanie, wskaźniki, instalacje ostrzegania instalacje pomocnicze 021 01 08 00 Instalacje napędzane powietrzem (tylko silniki tłokowe) 021 01 08 01 Instalacje pneumatyczne źródła zasilania schemat konstrukcji i funkcjonowanie instalacji pneumatycznych 021 01 08 02 Instalacja klimatyzacji ogrzewanie i chłodzenie budowa, działanie i sterowanie 021 01 08 03 Instalacja hermetyzacji wysokość kabinowa, maksymalna wysokość kabinowa, ciśnienie różnicowe strefy hermetyczne w samolocie użytkowanie i wskaźniki urządzenia zabezpieczające i instalacje ostrzegania gwałtowna dekompresja, ostrzeżenie o wysokości kabinowej procedury awaryjne 021 01 08 04 Instalacje odladzania pneumatyczne odladzanie krawędzi natarcia skrzydeł i powierzchni sterujących schemat konstrukcji ograniczenia eksploatacyjne zapoczątkowanie zadziałania (zależności czasowe) instalacji odladzającej 021 01 09 00 Instalacje napędzane powietrzem (samoloty turbośmigłowe i odrzutowe) 021 01 09 01 Instalacja pneumatyczna źródła zasilania schemat budowy możliwe niesprawności, urządzenia ostrzegające użytkowanie, wskaźniki, instalacje ostrzegające instalacje sterowane powietrzem 021 01 09 02 Instalacja klimatyzacji budowa, funkcjonowanie, użytkowanie, wskaźniki i urządzenia ostrzegające ogrzewanie i chłodzenie regulacja temperatury automatyczne i ręczne sterowanie przewietrzanie powietrzem naporowym schemat budowy 021 01 09 03 Instalacje przeciwoblodzeniowe powierzchnie płata i sterów, zespół napędowy, wloty powietrza, szyba przednia schemat budowy, ograniczenia eksploatacyjne i zapoczątkowanie działania, synchronizowanie działania instalacji odladzającej instalacja sygnalizacji oblodzenia 021 01 10 00 Nie pneumatyczne systemy odladzania i przeciwoblodzeniowe 021 01 10 01 Schemat budowy, funkcjonowanie i użytkowanie: wlotów powietrza śmigła rurki Pitota, nadajnika ciśnienia statycznego i urządzeń ostrzegania przed przeciągnięciem szyby przedniej instalacji oczyszczania skrzydła instalacji usuwania wody deszczowej 021 01 11 00 Instalacja paliwowa 021 01 11 01 Zbiorniki paliwa elementy strukturalne i rodzaje rozmieszczenie zbiorników paliwa w samolotach jedno- i wielosilnikowych kolejność i sposoby uzupełniania paliwa paliwo nieużyteczne 021 01 11 02 Zasilanie paliwem zasilanie grawitacyjne i ciśnieniowe zasilanie krzyżowe (poprzeczne) schemat budowy 021 01 11 03 Instalacja zrzucania paliwa 021 01 11 04 Monitorowanie pracy instalacji paliwowej użytkowanie, wskaźniki, instalacje ostrzegające gospodarka paliwem (kolejność przełączania zbiorników paliwa) pręt do pomiaru ilości paliwa 021 02 00 00 ELEKTRYCZNOŚĆ 021 02 01 00 Prąd stały (DC) 021 02 01 01 Zasady ogólne obwody elektryczne napięcie, prąd, opór prawo Ohma obwody oporowe oporność jako funkcja temperatury moc elektryczna, praca elektryczna bezpieczniki (funkcje, rodzaje i działanie) pole elektryczne kondensator (funkcja) 021 02 01 02 Akumulatory rodzaje, właściwości pojemność użytkowanie niebezpieczeństwa 021 02 01 03 Magnetyzm magnetyzm stały elektromagnetyzm przekaźnik, wyłącznik, cewka (zasady działania, funkcja i zastosowanie) energia elektromagnetyczna indukcja elektromagnetyczna 021 02 01 04 Prądnice alternator - zasada działania, funkcja i zastosowanie - urządzenia kontrolujące - regulacja, monitorowanie i zabezpieczanie - sposoby wzbudzania prądnica-rozrusznik 021 02 01 05 Rozprowadzanie energii elektrycznej rozprowadzenie prądu elektrycznego (szyny) monitorowanie pracy elektrycznych przyrządów/ instalacji pokładowych - amperomierz, woltomierz - sygnalizatory odbiorniki energii elektrycznej rozprowadzenie energii elektrycznej prądu stałego - budowa, działanie i monitorowanie instalacji - podstawowe obwody przełączające 021 02 01 06 Przetwornica (zastosowania) 021 02 01 07 Statek powietrzny jako przewodnik elektryczny 021 02 02 00 Prąd przemienny (AC) 021 02 02 01 Zasady ogólne prąd przemienny jedno- i wielofazowy częstotliwość przesunięcie fazy elementy obwodów prądu przemiennego 021 02 02 02 Prądnice prądu zmiennego (alternatory) prądnica trójfazowa prądnica bezszczotkowa (budowa i działanie) napęd prądnicy - napęd utrzymujący stałe obroty - napęd zintegrowany 021 02 02 03 Rozprowadzenie energii prądu przemiennego budowa, działanie i monitorowanie obwody zabezpieczające, łączenie równoległe prądnic prądu przemiennego 021 02 02 04 Transformatory funkcja rodzaje i zastosowanie 021 02 02 05 Silniki synchroniczne i asynchroniczne działanie zastosowanie 021 02 02 06 Zespoły transformująco-prostownicze 021 02 03 00 Półprzewodniki zasady działania półprzewodników rezystory półprzewodnikowe (właściwości i zastosowanie) prostownik (działanie i zastosowanie) tranzystor (działanie i zastosowanie) dioda (działanie i zastosowanie) 021 02 04 00 Podstawy wiedzy o komputerach 021 02 04 01 Obwody logiczne 021 02 04 02 Symbole logiczne 021 02 04 03 Obwody przełączające i symbole logiczne 021 02 05 00 Podstawy teorii propagacji fal radiowych 021 02 05 01 Zasady podstawowe fale elektromagnetyczne długość fali, amplituda, kąt fazowy, częstotliwość pasma częstotliwości, wstęgi boczne, pojedyncza wstęga boczna charakterystyki przebiegów impulsowych fala nośna, modulacja i demodulacja rodzaje modulacji (amplituda, częstotliwość, impulsowa, multipleksowa) obwody oscylacyjne 021 02 05 02 Anteny charakterystyki polaryzacja rodzaje anten 021 02 05 03 Propagacja fal radiowych fala przyziemna fala przestrzenna propagacja w poszczególnych zakresach częstotliwości prognoza propagacji (MUF) zanikanie czynniki wpływające na propagację (odbicie, pochłanianie, interferencja, strefa zmierzchu, strefa brzegowa, góry, ładunki elektrostatyczne) •

Instalacja elektryczna samolotu - budowa, sterowanie i wizualizacja stanu instalacji , Analiza parametrów lotniczej prądnicy prądu stałego, Przetwarzanie energii elektrycznej, Skalowanie paliwomierza lotniczego, System przeciwpożarowy - budowa, sterowanie i wizualizacja stanu instalacji, Obsługa i parametry charakterystyczne akumulatorów lotniczych.	
Inteligentne systemy decyzyjne w lotnictwie	K_W03, K_U01, K_U05, K_U09, K_U15, K_K01, K_K02
• Sztuczna inteligencja. Systemy inteligentnego podejmowania decyzji. Systemy ekspertowe (SE). Zalety, wady, zastosowania systemów ekspertowych ze szczególnym uwzględnieniem lotnictwa. Struktura SE, proces tworzenia, narzędzia do tworzenia, własności, kategorie systemów ekspertowych. • Metody reprezentacji wiedzy w systemach ekspertowych • Maszyna wnioskująca SE – wnioskowanie w przód, wstecz, mieszane. Maszyna wnioskująca indukcyjna – generowanie reguł za pomocą drzew decyzyjnych - algorytm ID3. • Teoria zbiorów rozmytych, system wnioskowania rozmytego. • Teoria zbiorów przybliżonych i jej zastosowanie w systemach inteligentnego podejmowania decyzji. • Sztuczne sieci neuronowe. Model neuronu, typy sieci, metody uczenia SSN • Algorytmy genetyczne i ich zastosowania, systemy hybrydowe. • Podsumowanie wykładu. • Wykonywanie zadań obliczeniowych z zakresu wnioskowania w systemach eksperckich: w przód, wstecz, mieszanego oraz z zakresu generowania optymalnych drzew decyzyjnych z zastosowaniem algorytmu ID3. • Rozwiązywanie zadań dotyczących operacji na zbiorach rozmytych i relacjach rozmytych oraz wnioskowania rozmytego • Analiza tablic decyzyjnych z wykorzystaniem zbiorów przybliżonych. • Sztuczne sieci neuronowe-zadania • Zastosowanie metod inteligentnego podejmowania decyzji w zagadnieniach lotniczych- prezentacje studenckie • Sprawdzian.	
Matematyka 1	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
• Elementy logiki matematycznej, funktory i kwantyfikatory. Zasada indukcji matematycznej. Równania i nierówności wymierne i wielomianowe, schemat Hornera, wykresy funkcji liniowych, wielomianowych, wymiernych, prostych funkcji niewymiernych (przypomnienie). Przegląd funkcji elementarnych: funkcje trygonometryczne, cyklometryczne (arcsin(x) i arctg(x)), wykładniczych i logarytmicznych. Równania i nierówności trygonometryczne, wykładnicze i logarytmiczne. Składanie funkcji. • Liczby zespolone, postać algebraiczna i trygonometryczna, wielomiany zespolone, przykłady pierwiastków zespolonych, Zasadnicze Twierdzenie Algebry. • Ciągi liczbowe (rzeczywiste i zespolone), granica ciągu. Szeregi liczbowe, zbieżność szeregów. Szeregi potęgowe. Przykłady funkcji zespolonych wyrażone szeregami, funkcja wykładnicza, trygonometryczne, wymierne, logarytm zespolony. Granica funkcji, ciągłość funkcji rzeczywistej. • Pochodna funkcji, wyznaczanie pochodnych, funkcje złożone i ich pochodne. Zastosowania pochodnych: reguła d'Hospitala, styczne do wykresu, monotoniczność funkcji, ekstrema lokalne funkcji. Wykres funkcji. • Geometria analityczna na płaszczyźnie. Działania na wektorach, prosta, okrąg, krzywe stożkowe. Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej – działania na wektorach, iloczyn skalarny i wektorowy. równanie prostej, płaszczyzny, przykłady powierzchni opisywanych równaniami stopnia 2-go (walec, paraboloida, stożek ...). Krzywa w przestrzeni opisana równaniami parametrycznymi. • Macierze, działania na macierzach (dodawanie, mnożenie przez liczbę, mnożenie macierzy, wyznaczniki, Twierdzenie Sarrusa, Twierdzenie Laplace'a, własności wyznacznika, wartości własne macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych. • Funkcje wielu zmiennych, powierzchnie jako wykres funkcji (płaszczyzna, paraboloida, sfera, walec). Pochodne cząstkowe, ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych.	
Matematyka 2	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
• Funkcja pierwotna, całka nieoznaczona jako zbiór funkcji pierwotnych, całka oznaczona jako przyrost funkcji pierwotnej. Podstawowe metody całkowania, całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych, trygonometrycznych i niewymiernych – przykłady. • Zastosowania całek oznaczonych, pole obszaru, długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej • Całki podwójne i potrójne, we współrzędnych kartezjańskich, biegunowych, walcowych i sferycznych. • Zastosowania całek wielokrotnych: pole powierzchni, masa, środek ciężkości, momenty statyczne i bezwładności niejednorodnego obszaru płaskiego oraz bryły niejednorodnej. • Całki krzywoliniowe po krzywych opisanych równaniem funkcyjnym i równaniami parametrycznymi, zastosowania – długość i masa krzywej.Całki powierzchniowe po powierzchni opisanej równaniem funkcyjnym, zastosowania pole powierzchni, masa i środek ciężkości niejednorodnego płata powierzchniowego. • Podstawowe wiadomości z teorii równań różniczkowych zwyczajnych. Równanie, rozwiązanie równania, warunki brzegowe i warunki Cauchy'ego dla równań zwyczajnych. Rozwiązywanie wybranych typów równań zwyczajnych (równania zmiennych rozdzielonych, równania liniowe, równania sprowadzalne do równań zmiennych rozdzielonych i/lub równań liniowych). Wybrane równania opisujące zjawiska fizyczne • Transformata Laplace'a i jej zastosowanie do rozwiązywania równań liniowych wyższych rzędów. • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych.	
Matematyka 3	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
• Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowe, średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Przegląd zmiennych skokowych i ciągłych. Korzystanie z tablic rozkładów: Poissona, normalnego, Chi-kwadrat, t-studenta. • Elementy statyki opisowej. Szereg rozdzielczy, wyznaczanie podstawowych parametrów próby statystycznej. Wizualizacja danych statystycznych. • Estymacja punktowa i przedziałowa podstawowych parametrów, weryfikacja hipotez statystycznych.	
Materiały lotnicze	K_W08, K_W12
• Struktura, klasyfikacja i charakterystyka materiałów inżynierskich • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych (krystalizacja, umocnienie odkształceniowe, rekrystalizacja) • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stal niestopowa. Odlewnicze stopy żelaza • Stal stopowa • Stopy metali nieżelaznych (Al, Ti, Ni, Cu) • Materiały niemetaliczne, kompozyty • Zabezpieczenia antykorozyjne • Podstawy doboru materiałów lotniczych • Badania nieniszczące i makroskopowe	
Mechanika lotu1	K_W11
• Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka atmosfery, międzynarodowa atmosfera wzorcowa. • Siły i momenty aerodynamiczne, współczynniki sił i momentów, kryteria podobieństwa. • Charakterystyka nośności i biegunowa samolotu bez usterzenia • Ustalony lot ślizgowy samolotu, biegunowa prędkości • Charakterystyki podstawowych typów zespołów napędowych: silnik tłokowy, turbośmigłowy i turboodrzutowy • Zasada działania, charakterystyki i dobór śmigła • Ustalony lot silnikowy samolotu, wyznaczanie charakterystycznych prędkości lotu, pułapu i czasu wznoszenia metodą mocy i ciągów • Start i lądowanie samolotu , wpływ mechanizacji płata i bliskości ziemi. • Zasięg, długotrwałość lotu i promień działania samolotu • Elementarne pojęcia z zakresu stateczności i sterowności samolotu. • Wyznaczanie biegunowej aerodynamicznej samolotu • Wyznaczanie "uproszczonej" i "pełnej" biegunowej prędkości samolotu • Wyznaczanie charakterystyki ciągu zespołu śmigło-silnik, dobór średnicy śmigła stałego i "constant speed" • Wyznaczanie charakterystyk aerodynamicznych samolotu z wychylonymi klapami i wpływem ziem • Wyznaczanie długości start i lądowania samolotu • Wyznaczanie zasięgu i długotrwałości lotu samolotu • Modelowanie matematyczne bezsilnikowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne podstawowych, ustalonych osiągów samolotu • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu	
Mechanika ogólna 1	K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04
• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,	
Mechanika ogólna 2	K_W06, K_U08, K_K01, K_K04
• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania ruchu środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika układu brył, przykłady. • Ruch względny, przykłady. • Żyroskop, teoria uproszczona. • Kolokwium z zakresu treści kształcenia TK01-TK05 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. • Równania Lagrange'a drugiego rodzaju, przykłady	
Mechanika płynów	K_W07, K_U04, K_U08, K_K04
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizykalna w świetle molekularnej struktury materii. Ściśliwość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsena. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu-równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka kątowa sondy Prandtla. Pomiar lepkości cieczy. • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej.Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francisa. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki pompy • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Analiza wymiarowa. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniutonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych, Charakterystyki profili lotniczych. Przeciągnięcie. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego Odwzorowania konforemne. Profil Żukowskiego. Warunek Kutty-Żukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyścienna:Warunki powstawania, Równania Prandtla i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)	
Meteorologia 1	K_W02, K_W07, K_U01
• 050 01 00 00 Atmosfera: - Własności, skład i parametry opisujące atmosferę - Budowa atmosfery i własności poszczególnych sfer - Międzynarodowa Atmosfera Wzorcowa • 050 02 00 00 Wiatr: - Definicje i pojęcia - Kierunek i prędkość wiatru, sposób ich zaznaczenia na mapie - Siły działające na masy powietrza i ich wpływ na jego ruch - Wiatr geostroficzny - Wiatr gradientowy - Wiatry w pobliżu równika - Równikowa Strefa Zbieżności - Wiatr przyziemny - Pomiar prędkości wiatru • 050 03 00 00 Termodynamika: Ciśnienie: - Ciśnienie atmosferyczne - Sposoby pomiaru ciśnienia atmosferycznego - Zmiany ciśnienia atmosferycznego Temperatura: - Jednostki - Sposób pomiaru - Nagrzewanie atmosfery - Dobowe wahania temperatury - Efekt cieplarniany Woda w atmosferze: - Stany skupienia i ich zmiany, ciepło utajone - Wilgotność - Nasycenie i punkt rosy - Wysokość wystąpienia kondensacji - Dobowe wahania wilgotności - Pomiar wilgotności Gęstość: - Prawa gazowe - Zmiany gęstości z wysokością i szerokością geograficzną - Wysokość gęstościowa - Wpływ zmian gęstości powietrza na samolot – ogólnie Chwiejność: - Przemiana	

adiabatyczna - Rodzaje gradientów temperatury - Chwiejność, stabilność atmosfery – rodzaje i warunki wystąpienia. • 050 07 00 00 Układy ciśnienia atmosferycznego: - Definicje i pojęcia związane z ciśnieniem i układami ciśnienia - Zależności pomiędzy QFE, QHN i QFF - Układy niskiego ciśnienia, własności, rodzaje i występowanie - Układy wysokiego ciśnienia, własności, rodzaje i występowanie - Przemieszczanie się układów ciśnienia atmosferycznego - Mapy synoptyczne

Meteorologia 2	K_W12, K_U01, K_K01

• Chmury i mgła a. Chmury: - Typy chmur, ich cechy charakterystyczne - Sposoby powstawania chmur: - Konwekcyjne - Frontowe - Orograficzne - Powstające na skutek turbulencji - Powstające na skutek konwergencji b. Widzialność i mgły: - Rodzaje widzialności - Ograniczenia widzialności - Pomiar widzialności i RVR - Widzialność w locie - Typy mgieł i sposób powstawania - Inne czynniki zmniejszające widzialność • Opady: - Sposób powstawania opadu - Intensywność opadu - Typy opadów i ich własności - Grad • Masy powietrza i fronty atmosferyczne a. Masy powietrza: - Pochodzenie i klasyfikacja - Zmiany parametrów masy powietrza - Masy powietrza docierające nad Europę, ich własności i rodzaje związanej z nimi pogody b. Fronty atmosferyczne: - Typy frontów i ich cechy - Fronty quasi – stacjonarne - Zmiany ciśnienia podczas przechodzenia frontów - Front polarny, arktyczny i śródziemnomorski - Tropikalna strefa konwergencji - Niże powstające na froncie polarnym - Pogoda związana z niżem na froncie polarnym: - Front ciepły - Front chłodny - Wycinek ciepły niżu - Okluzja ciepła - Okluzja chłodna c. Masy powietrza nie związane z frontami: - Niże: - Niż islandzki - Niż wtórny - Niż pochodzenia orograficznego - Niż pochodzenia termicznego - Niż pochodzący od chwiejnej masy powietrza - Niż śródziemnomorski - Niż polarny - Niż bałtycki - Wyże: - Wyże subtropikalne - Wyże pochodzenia kontynentalnego - Wyże za przemieszczającą się rodziną niżów • Informacja meteorologiczna a. Lotnicza służba meteorologiczna: - Pomiary i obserwacje na małej wysokości, sposób wykonywania, mierzone parametry - Pomiary na dużej wysokości, sposób wykonywania, mierzone parametry - Tolerancje dokładności pomiarów - Raporty meteorologiczne z powietrza: - Uskok wiatru - Turbulencja w czystym powietrzu (CAT), intensywność - Oblodzenie b. Depesze lotniczej służby meteorologicznej, warunki wydawania, odczytywanie: - VOLMET - METAR, SPECI, TREND - SNOWTAM - TAF - AIRMET, SIGMET, specjalny meldunek z powietrza - GAMET, GAFOR - ASHTAM - Ostrzeżenia lotniskowe c. Mapy synoptyczne: - Mapy synoptyczne z oraz bez zaznaczonych czynników pogodowych przy stacji meteorologicznej - Oznaczenia czynników pogodowych przy stacji meteorologicznej

Meteorologia 3	K_W02, K_U01, K_U04, K_K01

• 1. Zagrożenia dla lotu a. Wysokościomierze: - Nastawa wysokościomierza - Błędy wysokościomierza - Błąd związany z nastawą ciśnienia - Poprawka temperaturowa - Błąd związany z lotem nad łańcuchem górskim - Minimalny poziom lotu • 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 • Oblodzenie: - Warunki sprzyjające wystąpieniu oblodzenia - Wpływ oblodzenia na samolot - Intensywność oblodzenia - Przechłodzone krople wody - Proces powstawania oblodzenia - Rodzaje oblodzenia, warunki przy jakich występują i ich wpływ na samolot - 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 • 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 - Mikroszkwał, występowanie i wpływ na samolot - Turbulencja, czynniki sprzyjające występowaniu: - Aktywność termiczna terenu - Tarcie - Fale orograficzne - Inwersje

Metrologia 2	K_W04, K_W08, K_U12, K_K01

• Podstawowe parametry metrologiczne • Mierniki podstawowych wielkości elektrycznych i ich właściwości, oscyloskop, wybrane pomiary wielkości nieelektrycznych • Pomiar temperatury powietrza: • Wpływ prędkości samolotu na pomiar temperatury powietrza • Rodzaje przyrządów i czujników – budowa i zasada działania Czujniki mierzące ciśnienie: • Rurka Pitota • Dajniki ciśnienia statycznego • Alternatywne źródło ciśnienia statycznego • Błędy czujników mierzących ciśnienie Przyrządy mierzące temperaturę i ciśnienie: • Rodzaje przyrządów i wskaźników mierzących ciśnienie • Budowa przyrządów i wskaźników mierzących ciśnienie • Rodzaje przyrządów i wskaźników mierzących temperaturę • Budowa przyrządów i wskaźników mierzących temperaturę Przyrządy mierzące prędkość obrotową i układy synchronizacji śmigieł: • Rodzaje przyrządów i wskaźników mierzących prędkość obrotową śmigieł • Budowa przyrządów i wskaźników mierzących prędkość obrotową śmigieł • Budowa układu synchronizacji śmigieł Przyrządy mierzące moment obrotowy: • Budowa Przyrządy mierzące drgania: • Budowa systemu Przyrządy mierzące ilość paliwa: • Rodzaje • Budowa • Budowa przyrządów mierzących przepływ paliwa Pomiar ciśnienia statycznego i dynamicznego: • Czujniki mierzące ciśnienie statyczne – budowa • Czujniki mierzące ciśnienie dynamiczne – budowa • Czujniki zespolone • Błędy pomiaru ciśnienia statycznego i dynamicznego • Prezentacja i przesyłanie informacji pomiarowej: System EICAS, System ECAM

Nawigacja 1	K_W02, K_W10

• 061 01 00 00 Podstawy nawigacji: Kształt Ziemi: 1. Bieguny 2. Główne kierunki 3. Duże koła 4. Małe koła 5. Równik 6. Południki 7. Równoleżniki 8. Ortodroma 9. Loksodroma Pozycja na Ziemi: - Długość geograficzne - Szerokość geograficzna - Określanie pozycji na powierzchni Ziemi - Różnica szerokości geograficznej (ch lat) - Średnia szerokość geograficzna - Różnica długości geograficznej (chlong) Odległość: - Jednostki miar używane do pomiaru odległości i zależności między nimi - Mila morska ICAO Kierunek: - Podstawowe definicje (kąt drogi oraz kurs: geograficzny, magnetyczny i busoli) - Deklinacja, dewiacja – ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych - Izogona, agona - Kąt kursowy (relative bearing) Prędkość: - Jednostki miar używane do pomiaru prędkości i zależności między nimi - Definicje i zależności pomiędzy: - Prędkością wskazywaną - Prędkością kalibrowaną - Prędkością równoważną - Prędkością rzeczywistą - Prędkością względem ziemi - Liczbą Macha Wysokość: - Rzeczywista - Wskazywana - Względna - Bezwzględna - Poziom lotu - Nastawy wysokościomierza i zależność między nimi a wysokością Czas - Układ słoneczny, orbita i ruchy Ziemi - Pory roku - Dzień, średni dzień słoneczny - Rok, rok kalendarzowy - Czas lokalny (LMT) - Uniwersalny Czas Skoordynowany (UTC) - Czas strefowy i czas urzędowy - Ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych – przeliczenia pomiędzy UTC i LMT - Linia zmiany daty - Definicje: wschód i zachód słońca, zmierzch, świt - Ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych – obliczenia godzin wschodu i zachodu słońca • 061 02 00 00 Magnetyzm i rodzaje busoli Magnetyzm samolotu: - Ziemskie pole magnetyczne: - Wektor pola magnetycznego - Deklinacja - Inklinacja, izoklina, aklina - Pole magnetyczne samolotu: - Ferromagnetyki twarde - Ferromagnetyki miękkie Busole: - Rodzaje - Budowa - Własności - Błędy • 061 04 00 00 Nawigacja zliczeniowa Nawigacyjny trójkąt prędkości: - Elementy składowe - Obliczanie zależności pomiędzy elementami składowymi - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych - Zasada 1:60 • 061 05 00 00 Nawigacja w locie Planowanie lotu nawigacyjnego – omówienie oraz ćwiczenia w przygotowaniu nawigacyjnym przelotu Nanoszenie pozycji na mapę Nawigacja w trakcie lotu: - Zasady prowadzenia nawigacji - Obliczenia - Symbole na mapie oraz sposób odwzorowania terenu - Czytanie mapy i określanie pozycji (w dzień i w nocy, w różnym terenie, dla różnych wysokości i prędkości lotu, przy dobrej i ograniczonej widzialności, dla map o różnych skalach)

Nawigacja 2	K_W10, K_U01, K_K01

• 061 03 00 00 Mapy Informacje ogólne: Własności mapy Definicje (elipsoida, geoida, ortom orfizm, długość geograficzna i geocentryczna) Sposób wykonania mapy (zgodność z Załącznikiem ICAO) Rodzaje odwzorowań Symbole na mapie Sposób odwzorowania terenu Skala mapy Odległości na siatce kartograficznej: Odległość ortodromiczna – ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Odległość między dwoma południkami na tym samym równoleżniku (departure) – ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Zbieżność południków - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Odwzorowanie Merkatora: Sposób wykonania mapy Własności Pomiar odległości na mapie Przedstawienie na mapie południków, równoleżników, ortodromy i loksodromy Nanoszenie pozycji na mapę - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Odwzorowanie stożkowe Lamberta: Sposób wykonania mapy Własności Pomiar odległości na mapie Przedstawienie na mapie południków, równoleżników, ortodromy i loksodromy Nanoszenie pozycji na mapę - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Stereograficzne odwzorowanie biegunowe: Sposób wykonania mapy Własności Pomiar odległości na mapie Przedstawienie na mapie południków, równoleżników, ortodromy i loksodromy Nanoszenie pozycji na mapę - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Odwzorowanie poprzeczne Merkatora: Sposób wykonania mapy Własności Pomiar odległości na mapie Przedstawienie na mapie południków, równoleżników, ortodromy i loksodromy Nanoszenie pozycji na mapę - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych Odwzorowanie ukośne Merkatora: Sposób wykonania mapy Własności Pomiar odległości na mapie Przedstawienie na mapie południków, równoleżników, ortodromy i loksodromy Nanoszenie pozycji na mapę - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych 062 02 00 00 Pomoce radiowe NDB – ADF - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów Lot do/od stacji Lot na odcinku nie zawierającym stacji VOR - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów Lot do/od stacji Lot na odcinku nie zawierającym stacji DME - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów • Obliczenia parametrów nawigacyjnych – definicje oraz zadania: Przeliczenia jednostek Czas – odległość – prędkość Zużycie paliwa Wysokość rzeczywista Wysokość wskazywana dla określonej wysokości rzeczywistej Wysokość gęstościowa Przeliczanie wysokości – ciśnień – elewacji Prędkość rzeczywista, liczba Macha i wzrost temperatury z użyciem temperatury wskazywanej Prędkość rzeczywista z użyciem liczby Macha i temperatury wskazywanej Prędkość dźwięku w ISA Temperatura na określonej wysokości według ISA Prędkość rzeczywista i liczba Macha z użyciem temperatury zewnętrznej (OAT) Przeliczanie gradientów na stopnie Wysokość przy danym kącie ścieżki i odległości Prędkość wznoszenia/zniżania przy określonym kącie ścieżki i prędkości postępowej Prędkość wznoszenia/zniżania spełniająca określony gradient przy określonej prędkości postępowej Przeliczanie stóp na milę na stopy na minutę dla określonej prędkości Obliczanie TOC, TOD, ROC, ROD Punkt równego czasu (PET) z wszystkimi silnikami i z jednym silnikiem niepracującym Punkt bezpiecznego powrotu (PSR) z wszystkimi silnikami i z jednym silnikiem niepracującym Promień działania Przeliczanie liniowego bocznego odchylenia na kątowe boczne odchylenie Kąt przechylenia w zakręcie rate one Promień zakrętu rate one Kąt drogi – kurs – prędkość względem ziemi – poprawka na wiatr Prędkość wiatru Składowa boczna wiatru Czas i dystans do stacji 061 05 00 00 Nawigacja w locie Planowanie lotu nawigacyjnego – omówienie oraz ćwiczenia w przygotowaniu nawigacyjnym przelotu Nanoszenie pozycji na mapę Nawigacja w trakcie lotu: Zasady prowadzenia nawigacji Obliczenia Symbole na mapie oraz sposób odwzorowania terenu

Nawigacja 3	K_W12, K_U01, K_K01

• 062 02 00 00 Pomoce radiowe VDF - Użycie w locie NDB – ADF - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów Lot do/od stacji Lot na odcinku nie zawierającym stacji VOR - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów Lot do/od stacji Lot na odcinku nie zawierającym stacji DME - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów ILS - Użycie w locie: Użycie i interpretacja przyrządów Procedury w lotach według wskazań przyrządów i sposób ich wykonania – omówienie oraz ćwiczenia w wykonywaniu: Intercepcje: Informacje ogólne Sposób wykonania (NDB/ADF) Sposób wykonania (VOR) Lot po łuku DME Procedury oczekiwania Informacje ogólne Sposób wejścia Wykonanie Korekcja na wpływ wiatru Procedury odlotu Informacje ogólne Sposób wykonania Procedury w trakcie lotu po trasie Informacje ogólne Wysokości w lotach według wskazań przyrządów Procedury dolotu Informacje ogólne Sposób wykonania Procedury podejścia do lądowania Informacje ogólne Sposób wykonania Procedury po nieudanym podejściu Informacje ogólne Sposób wykonania Korzystanie i interpretacja danych nawigacyjnych dostępnych dla pilota (karty odlotów, dolotów i podejść instrumentalnych, mapy trasowe) • 061 04 00 00 Nawigacja zliczeniowa Obliczenia parametrów nawigacyjnych – definicje oraz zadania: Przeliczenia jednostek Czas – odległość – prędkość Zużycie paliwa Wysokość rzeczywista Wysokość wskazywana dla określonej wysokości rzeczywistej Wysokość gęstościowa Przeliczanie wysokości – ciśnień – elewacji Prędkość rzeczywista, liczba Macha i wzrost temperatury z użyciem temperatury wskazywanej Prędkość rzeczywista z użyciem liczby Macha i temperatury wskazywanej Prędkość dźwięku w ISA Temperatura na określonej wysokości według ISA Prędkość rzeczywista i liczba Macha z użyciem temperatury zewnętrznej (OAT) Przeliczanie gradientów na stopnie Wysokość przy danym kącie ścieżki i odległości Prędkość wznoszenia/zniżania przy określonym kącie ścieżki i prędkości postępowej Prędkość wznoszenia/zniżania spełniająca określony gradient przy określonej prędkości postępowej Przeliczanie stóp na milę na stopy na minutę dla określonej prędkości Obliczanie TOC, TOD, ROC, ROD Punkt równego czasu (PET) z wszystkimi silnikami i z jednym silnikiem niepracującym Punkt bezpiecznego powrotu (PSR) z wszystkimi silnikami i z jednym silnikiem niepracującym Promień działania Przeliczanie liniowego bocznego odchylenia na kątowe boczne odchylenie Kąt przechylenia w zakręcie rate one Promień zakrętu rate one Kąt drogi – kurs – prędkość względem ziemi – poprawka na wiatr Prędkość wiatru Składowa boczna wiatru Czas i dystans do stacji 062 06 00 00 GNSS Użycie odbiornika GNS 430 w locie – omówienie oraz ćwiczenia: Sposób obsługi odbiornika Użycie odbiornika do nawigacji obszarowej Użycie w trakcie wykonywania procedur według wskazań przyrządów Użycie wskaźnika CDI/HSI/RMI w trybie GPS – namiar i odległość do wybranego punktu

Ochrona środowiska	K_W02, K_W14, K_K02

• Podstawowe pojęcia i definicje: środowisko, ochrona środowiska w ujęciu ogólnym i wąskim, zasoby przyrody odnawialne i nieodnawialne, technosfera, idea zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju), ekosystem i przyjęty schemat modelu systemu, gdzie występuje wzajemne oddziaływanie: człowieka, przemysłu i technologii oraz środowiska. • Budowa ziemskich ekosystemów. Ziemia w Układzie Słonecznym. Pojęcie ekosfery. Zarys powstania i ewolucji Ziemi. Właściwości fizykochemiczne i cechy funkcjonalne atmosfery ziemskiej i jej skład. • Ziemska hydrosfera. Właściwości wody i jej znaczenie zarówno w skali globalnej (morza i oceany kształtują klimat Ziemi), jak i w skali mole¬kularnej (obecność wody w komórkach organizmów). Zasoby wody, krążenie wody w przyrodzie i jako surowiec. • Ziemska litosfera, jej budowa począwszy od wnętrza Ziemi do powierzchni z omówieniem aktywności geologicznej naszej planety (wędrówki ziemskich kontynentów, wybuchy wulkanów i przesuwanie się płyt tektonicznych, litosfera, astenosfera). Gleba, schemat budowy warstwy gleby oraz jej funkcje podtrzymujące i chroniące życie na naszej planecie (wyżywienie świata, zasoby leśne, zasoby surowców naturalnych i paliw). • Pierwiastki chemiczne występujące na Ziemi. Właściwości węgla, wodoru i fosforu. Cykl lub obieg biogeochemiczny jako obieg pierwiastków będący następstwem życia organicznego w kontekście procesów geologicznych i chemicznych w środowisku. Biogeochemiczny cykl: węgla, azotu, siarki i fosforu w ujęciu rocznych strumieni, zobrazowany przebiegiem procesów zachodzących w instalacjach przemysłowych lub w środowisku naturalnym za pomocą wykresu Sankeya. • Pojęcie: zanieczyszczenia, substancji niebezpiecznej i wielkość dopuszczalnej emisji w środowisku. Źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka i źródła naturalne emitujące zanieczyszczenia do atmosfery. Rodzaje zanieczyszczeń oraz sposoby zapobiegania, rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych, aerozolowych i gazowych, hałas, tereny chronione, środowisko gleb, typowe

zanieczyszczenia gleb i ich likwidacja, remediacja gruntów, odpady, ustawowy podział, odpady niebezpieczne, gospodarka odpadami, utylizacja odpadów, charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska w poszczególnych komponentach. • Oddziaływanie przemysłu lotniczego na środowisko: skutki i sposoby oddziaływania, etap pozyskiwania paliw pierwotnych, etap przetwarzania paliw; wpływ na krajobraz, litosferę, atmosferę, hydrosferę oraz infrastrukturę techniczną i społeczną. Zagadnienia podstawowe procesów oczyszczania spalin. Zagadnienia związane z metodami zapobiegania emisji. Pomiary i obliczanie emisji zanieczyszczeń, przygotowanie gazów do oczyszczania. Oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń gazowych. Absorpcja. Adsorpcja. Spalanie termiczne i katalityczne. Kondensacja. Oczyszczanie biologiczne. Odpady i ich zagospodarowanie. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania , aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja – pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przeźroczystości atmosfery, silna absorpcja w niejednolitym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo – właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany – gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchnia – atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna, siła Coriolisa, komórkowa struktura atmosfery, centra działania atmosfery, masy powietrza, fronty atmosferyczne, wiatry - rodzaje mechanizm powstawania, dynamika atmosfery polarnych szerokości geograficznych, globalna cyrkulacja oceaniczna, prądy powierzchniowe i głębinowe, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. Globalna cyrkulacja oceaniczna: mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, ustrój cieplny oceanu, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie – powstawanie, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt.

Ochrona własności intelektualnej	K_W16, K_U01, K_K03

• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego

Planowanie lotu	K_W11

• Masa i wyważenie: samoloty a. Szczegółowe informacje na temat masy i wyważenia statku powietrznego - Dokumentacja masy i wyważenia dla samolotu jednosilnikowego tłokowego - omówienie i ćwiczenia praktyczne b. Określanie pozycji środka ciężkości - Określanie pozycji środka ciężkości dla samolotu jednosilnikowego tłokowego - omówienie i ćwiczenia praktyczne c. Rozmieszczenie ładunku - Rozmieszczenie ładunku w samolocie jednosilnikowym tłokowym - omówienie i ćwiczenia praktyczne • Planowanie lotu i monitorowanie lotu a. Planowanie lotu dla lotów IFR - Informacje ogólne - Planowanie lotu IFR – samolot jednosilnikowy tłokowy, omówienie i ćwiczenia praktyczne b. Planowanie paliwa - Polityka paliwowa dla samolotów jednosilnikowych tłokowych o klasie osiągów c. Przygotowanie przed lotem - Praktyczne planowanie lotu IFR samolotem jednosilnikowym tłokowym o klasie osiągów B – omówienie i ćwiczenia praktyczne • Plan lotu ATS - Wypełnianie planu lotu ATS – ćwiczenia praktyczne e. Monitorowanie lotu i zmiana planowania w locie - Zagadnienia spotykane w praktyce

Podstawy automatyki	K_W03, K_U06, K_U07, K_U08

• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki. Rodzaje i struktury układów sterowania. Modele matematyczne obiektów automatyki. • Metody analizy układów dynamicznych. Transmitancja operatorowa i widmowa, charakterystyki czasowe i częstotliwoś¬ciowe. • Struktura złożonych układów dynamicznych, systemy otwarte i zamknięte, przekształcanie schematów blokowych. • Struktura układów regulacji, sprzężenie zwrotne, obiekty, regulatory, czujniki pomiarowe, przetworniki analogowe i cyfrowe, elementy wykonawcze, nastawniki. • Projektowanie liniowych układów regulacji, dobór nastaw regulatorów (PI, PD, PID). • Wymagania stawiane układom automatyki. Sterowalność, obserwowalność, stabilność, warunki konieczne i dostateczne stabilności, kryteria stabilności • Dokładność statyczna, układy statyczne i astatyczne. • Jakość dynamiczna, kryteria czasowe, częstotliwościowe i całkowe. • Rodzaje regulatorów, zasady konstrukcji i nastawy parametrów. Elementy projektowania układów automatyki. • Równania stanu, budowa, modelowanie równań, rozwiązywanie, obserwatory stanu. • Dyskretne układy sterowania, sterowanie procesami dyskretnymi. Regulacja predykcyjna, sterowanie hierarchiczne w zastosowaniach przemysłowych. • Układy regulacji nieliniowej: typy nieliniowości, regulacja dwu i trójpołożeniowa, układy automatyki z opóźnieniem. • Systemy cyfrowe w automatyce. • Opis układów dynamicznych: transformaty całkowe, transmitancja, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. • Przekształcanie schematów blokowych. • Badanie stabilności układów dynamicznych. • Wyznaczanie uchybu ustalonego, kryteria jakości dynamicznej. • Rozwiązywanie równań stanu. • Opis układów logicznych, minimalizacja i realizacja funkcji logicznych • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Wprowadzenie do programów symulacyjnych. Badanie właściwości elementów dynamicznych • Badanie stabilności układów. • Dobór nastaw regulatora

Podstawy elektroniki	K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01

• 1. Wstęp do elektroniki, podstawowe informacje dotyczące zakresu wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych, przedstawienie wymagań dotyczących zasad wykonywania ćwiczeń, zasad BHP, posługiwania się sprzętem laboratoryjnym tj. multimetrem cyfrowym, oscyloskopem, zasilaczem laboratoryjnym. • 2. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne bierne, parametry tolerancje wykonania, warunki pracy. Podzespoły półprzewodnikowe diody prostownicze, schotky, uniwersalne, tranzystory bipolarne,układ pracy tranzystora, tranzystory polowe, tranzystory MOSFET, aplikacje z tranzystorami bipolarnymi oraz z tranzystorami MOSFET, półprzewodniki w obwodach prądu zmiennego tyrystor, triak. Opgraniczania w pracy elementów półprzewodnikowych. • 3. układy zasilające zasilacze niestabilizowane, zasilacze liniowe, monolityczne liniowe stabilizatory napięcia, stabilizatory LDO, LDV, stabilizowane zasilacze impulsowe, zasilacze obniżające napięcie, zasilacze podwyższające napięcie, zasilacze wielonapięciowe, separacja galwaniczna w zasilaczach, zasilacze synchroniczne, przetwornice DC-DC, przetwornice DC-AC. • 4. Układy analogowe. Wzmacniacze operacyjne, wzmacniacz odwracający,nieodwracający, wzmacniacz różnicowy ,wtórnik, sumator analogowy, wzmacniacz logarytmijący, komparatory analogowe, generatory napięcia sinusiodalnego, generatory przebiegów impulsowych, układy całkujące, układy różniczkujące analogowe układy kondycjonowania sygnałów. • 5.Układy cyfrowe, technologia TTL, CMOS. Standardy sygnałów w cyfrowych układach TTL, obciążalność prądowa, technologia TTLS, TTL LS. Standardy sygnałów w układach CMOS, obciążalność prądowa, Rodzina układów HC, HCT. Łączenie układów TTL-CMOS, ograniczenia w pracy układów cyfrowych. • 6. Układy kombinacyjne. Bramki logiczne, komparatory cyfrowe, enkodery i dekodery, multipleksery i demultipleksery, układy kontroli parzystości, sumatory, jednostka arytmetyczno logiczna ALU. • 7. Układy sekwencyjne. Przerzutnik RS, przerzutnik JK, Przerzutnik D, rejestry, liczniki binarne ,liczniki dziesiętne , liczniki rewersyjne, lczniki programowane, zmiana modulo licznika, układy kształtowania impulsu monowibratory, multiwibratory. • 8. Układy wyjściowe. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwomechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 9. Optoelektronika.Diody LED parametry, układy zasilania , diody LED dużej mocy- warunki pracy , ograniczenia. Wyświetlacze segmentowe LED budowa, parametry, sterowanie sekwencyjne wyświetlaczem, wyświetlacze OLED, wyświetlacze LCD budowa zasada działania, parametry. Wyświetlacze VFD,fotoelementy, fototranzystory, transoptory. • 10. Programowane struktury logiczne, układy EPLD. Układy GAL rodziny 16V8, struktura budowy układów,zasady programowania, programowane struktury logiczne układów Xilinx, Altera, Lattice, narzędzia programowania programowanych struktur logicznych. • 11. Mikroprocesory i mikrokomputery jednoukładowe. Budowa mikroprocesora, system mikroprocesorowy, pamięci ROM,RAM, obszar We-Wy. Urządzenia wewnętrzne mikrokomputera jednoukładowego, liczniki, układy monitorowania napięcia, układ nadzorowania pracy mikrokomputera WD-timer. Architektura mikrokomputera jednoukładowego. • 12. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemiana częstotliwości, transciwery. Nadawanie sygnałów radiowych ,modulacje ciągłe, AM,FM. Modulacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny prętowe , anteny kierunkowe. • 13. Elektroakustyka. Zakres częstotliwości akustycznych, skala decybelowa, przetworniki elektroakustyczne, mikrofony, głośniki, wzmacniacze sygnałów akustycznych, zniekształcenia sygnałów, szumy, przydźwięki. Urządzenia elektroakustyczne na pokładzie samolotu. • 14. Technologia montażu układów elektronicznych. Chemiczne środki wspierania technologi motażu podzespołów. Lutowanie elementów elektronicznych i układów scalonych, montaż, demontaż układów SMD, technologia automatycznego montażu na płytkach drukowanych, zabezpieczenia ESD przy produkcji układów elektronicznych. • 15. Zakłócenia w układach elektronicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Źródła i rodzaje zakłóceń, sposoby rozprzestrzeniania się zakłóceń , zakłócenia przewodowe, zakłócenia radiacyjne. Eliminacja zakłóceń, komponenty do redukcji zakłóceń. • Technologia montażu układów elektronicznych, lutowanie elementów dyskretnych, lutowanie układów SMD, demontaż elementów elektronicznych • Sterowanie silnikiem prądu stałego. Generowanie sygnału PWM, Obserwacja sygnału oscyloskopem cyfrowym, obliczenia parametrów zbudowanego układu. • Układy zasilające. Badanie parametrów stabilizatora liniowego. Badanie parametrów stabilizatora impulsowego. Wyznaczenie i porównanie sprawności układów. • Komponenty elektroniczne. Rozpoznanie i kwalifikacja komponentów, pomiar wybranych parametrów mostkiem RLC, multimetrem cyfrowym. • Sterownik PLC. Podstawowe polecenia sterownika PLC ZEN, zasady programowania drabinkowego, konfiguracja linii wejścia wyjścia. Programowanie sterownika do zadanej aplikacji, weryfikacja działania programu. • Cyfrowe magistrale danych, interfejs równoległy, interfejsy szeregowe RS 232, SPI, CAN, I2C. Wymagania sprzętowe do realizacji połączenia interfejsu szeregowego. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na bramkach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy cyfrowe sekwencyjne. Zaprojektowanie zadanego układu sekwencyjnego, analiza poprawności działania układu. • Układy analogowe. Badanie podstawowych konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego, wzmacniacz odwracający, wzmacniacz nieodwracający, wtórnik. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtru dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Uklad sumujący , układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.

Podstawy elektrotechniki	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01

• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy,rodzaje. Strałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie pradu przemiennego. Trójkąt impedancji. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności.

Podstawy zarządzania	K_W15

• Wprowadzenie do zarządzania. Organizacje i potrzeba kierowania. Pojęcie kierowania i zarządzania. Funkcje i czynności kierownicze. Rodzaje kierowników. Proces zarządzania. Zakres zarządzania. Synergia a efekt organizacyjny • Rozwój zarządzania Szkoła naukowa. Szkoła naukowej organizacji pracy. Szkoła klasycznej teorii organizacji. Szkoła behawioralna. Szkoła ilościowa. Szkoła systemowa. Kierunek sytuacyjny • Zarządzanie celami organizacji i planowanie. Cele organizacji – funkcje i rodzaje. Istota, metody, techniki i style zarządzania, Proces planowania. Planowanie w organizacji. Zarządzanie ustalaniem celów i procesem planowania. • Proces organizowania. Tworzenie struktur organizacyjnych. Typy struktur organizacyjnych i ich projektowanie. Zarządzanie zmianami w organizacjach. Reorganizacja • Proces przywództwa. Przywództwo i proces oddziaływania. Style kierowania. Zarządzanie potencjałem społecznym organizacji.(planowanie, organizowanie, zatrudnianie, kierowanie) Motywowanie pracownika do pracy. Sterowanie, kierowanie a zarządzanie. • Podejmowanie decyzji kierowniczych. Istota podejmowania decyzji. Typy decyzji. Klasyczny model podejmowania decyzji. Etapy podejmowania decyzji. Grupowe podejmowanie decyzji w organizacjach. Procesy informacyjno- decyzyjne. • Kontrola i controlling. Istota kontroli. Proces kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. • Zarządzanie marketingowe. Filozofia marketingu. Zadania marketingu. Strategie marketingowe: ofensywne, defensywne, konkurencyjne, cenowe • Zarządzanie logistyczne i Zarządzanie innowacyjne. Istota procesów logistycznych. Strategie zarządzania logistycznego. Istota i rodzaje innowacji. Bariery wprowadzanie innowacji. Strategie zarządzania innowacyjnego. • Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem.. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością. 14 punktów Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. Ekologiczna bariera rozwoju. Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania

środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Dobór optymalnej ilości wyrobów do planu produkcji. • Analiza stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie

Pokładowe systemy sterowania	K_W10, K_U07, K_U08, K_U09, K_U16

• Wykład: Tematyka określona w przepisach JAR FCL 022 02 00 00 AUTOMATYCZNE SYSTEMY STEROWANIA 022 02 01 00 Wskaźnik dyrektywny funkcja i zastosowanie schemat blokowy, elementy składowe rodzaje pracy nastawienie rodzaju pracy w różnych fazach lotu nakazowe tryby pracy wskaźnik rodzaju pracy monitorowanie systemu ograniczenia, ograniczenia użytkowania 022 02 02 00 Pilot automatyczny funkcja i zastosowanie rodzaje (różne osie) schemat blokowy, elementy składowe działanie w osi poprzecznej działanie w osi podłużnej działanie w obu osiach lądowanie automatyczne, kolejność działań koncepcje działania systemu przy automatycznym lądowaniu, odejściu na drugi krąg, starcie, niesprawności nie mające wpływu na działanie innych elementów systemu, niesprawności pozwalające na działanie systemu w ograniczonym zakresie zakresy sterowania sygnały wykonawcze oddziaływujące na powierzchnie sterujące użytkowanie i programowanie w różnych fazach lotu monitorowanie działania systemu ograniczenia, ograniczenie użytkowe 022 02 04 00 Tłumik odchyleń kierunku (Yaw demper) funkcja schemat blokowy, elementy składowe oddziaływanie sygnałów wykonawczych na stabilizator pionowy Tematyka uzupełniająca i dodatkowa Klasyfikacja, przeznaczenie i funkcje pokładowych systemów sterowania. Wymagania stawiane pokładowym systemom sterowania samolotem. Model matematyczny samolotu jako obiektu sterowania: założenia, uproszczenia, zakres zastosowań. Struktura układów automatycznego sterowania samolotem: elementy składowe, właściwości, ogólne zasady syntezy właściwości układów automatycznego sterowania samolotem, kryteria, metody. Rodzaje autopilotów (klasyfikacja): wymagania, właściwości. Automatyczna stabilizacja kąta pochylenia i kąta przechylenia samolotu: schemat blokowy, przykładowe prawa sterowania, właściwości. Automatyczna stabilizacja wysokości lotu i kursu samolotu: schemat blokowy, przykładowe prawa sterowania, właściwości. Automatyczne sterowanie wg sygnałów odbiornika VOR oraz ILS: schemat blokowy, prawa sterowania, właściwości. Rodzaje i zakres zastosowań układów wspomagających sterowanie ręczne samolotem, wymagania stawiane urządzeniom wspomagającym sterowanie ręczne. Pilot-operator w układzie sterowania: model matematyczny, właściwości, ograniczenia. Kryteria oceny stateczności i sterowności samolotu w ruchu podłużnym i ruchu bocznym; przykłady (skala Coopera-Harpera), interpretacja. Zastosowanie wzmacniaczy siły (np. hydraulicznych) w układach ręcznego sterowania: schemat, zasadnicze właściwości, funkcje. Podsystemy układu sterowania wspomaganego: tłumiki oscylacji kątowych samolotu, automat stateczności podłużnej i stateczności bocznej, automat regulacji sterowności, automaty trymerowania; wpływ parametrów układów na właściwości pilotażowe samolotu. • Ćwiczenia laboratoryjne (7 wybranych ćwiczeń po 2 godziny): 1. Ruch podłużny samolotu - modele i symulacja 2. Ruch boczny (niesymetryczny) samolotu - modele i symulacja 3. Dobór parametrów tłumika pochylania 4. Dobór parametrów tłumika holendrowania 5. Autopilot - sterowanie pochyleniem i stabilizacja wysokości 6. Autopilot - sterowanie przechyleniem i stabilizacja kursu 7. Sterowanie automatyczne podczas podejścia do lądowania 8. Badanie właściwości cyfrowego autopilota APC-1P 9. Modelowanie odległościowego układu ręcznego sterowania samolotem 10. Ocena właściwości pilotażowych samolotu

Prawo lotnicze i przepisy 2	K_W14, K_K02, K_K03

• 010 01 00 00 Prawo międzynarodowe: konwencje, porozumienia i organizacje Wymagane definicje Skróty Historia międzynarodowego prawodawstwa lotniczego oraz Konwencja Chicagowska i ICAO: Rodzaje umów międzynarodowych Konwencja paryska 1919 Konwencja warszawska 1929: Bilet i kwit bagażowy Odpowiedzialność Przewoźnika Konwencja chicagowska: Artykuły ICAO – cele, struktura i funkcje poszczególnych organów Załączniki Inne dokumenty ICAO wraz z ich statusem Wolności lotnicze Konwencja tokijska 1963 Konwencja haska 1970 Konwencja montrealska 1971 Inne międzynarodowe i europejskie organizacje: IATA Konwencje rzymskie 1933/1952 Leasing – różne formuły ECAC JAA: Funkcje Publikacje Struktura EUROCONTROL Struktura prawa lotniczego i jego zastosowanie Akty prawne obowiązujące na terenie RP – zastosowanie, różnice w stosunku do dokumentów międzynarodowych, analiza • 010 05 00 00 Przepisy ruchu lotniczego Załącznik 2 ICAO: Stosowanie przepisów ruchu lotniczego Przepisy ogólne Przepisy wykonywania lotów z widocznością Przepisy wykonywania lotów według wskazań przyrządów Przechwytywanie cywilnych statków powietrznych Bezprawna ingerencja Zalecane poziomy przelotów Sygnały : Sygnały w niebezpieczeństwie i sytuacji naglącej Lotniskowe sygnały świetlne Znaki poziome Sygnały przekazywane pomiędzy pilotem i koordynatorem ruchu naziemnego (marshaller)

Prawo lotnicze i przepisy 3	K_W14, K_K02, K_K03

• Struktura prawa lotniczego i jego zastosowanie • Akty prawne obowiązujące na terenie RP • 010 02 00 00 Zdatność statku powietrznego do lotu Zdatność statku powietrznego do lotu: informacje ogólne Świadectwo Zdatności do Lotu Zarządzanie zdatnością do lotu • 010 03 00 00 Znaki przynależności państwowej oraz rejestracyjne Znaki przynależności państwowej oraz rejestracyjne: Wygląd Umiejscowienie Świadectwo Rejestracji Plakietka identyfikacyjna • 010 05 00 00 Przepisy ruchu lotniczego Załącznik 2 ICAO: Stosowanie przepisów ruchu lotniczego Przepisy ogólne Przepisy wykonywania lotów z widocznością Przepisy wykonywania lotów według wskazań przyrządów Przechwytywanie cywilnych statków powietrznych Bezprawna ingerencja Zalecane poziomy przelotów Sygnały : Sygnały w niebezpieczeństwie i sytuacji naglącej Lotniskowe sygnały świetlne Znaki poziome Sygnały przekazywane pomiędzy pilotem i koordynatorem ruchu naziemnego (marshaller) • 010 07 00 00 Przepisy ruchu lotniczego oraz zarządzanie ruchem lotniczym Służby ruchu lotniczego oraz zagadnienia dotyczące przestrzeni: Cele służb ruchu lotniczego Podział służb ruchu lotniczego Klasyfikacja przestrzeni powietrznej, cechy poszczególnych klas przestrzeni Struktura przestrzeni powietrznej i poszczególne jej elementy Jednostki zapewniające służby ruchu lotniczego w poszczególnych elementach przestrzeni Służby zapewniane statkowi powietrznemu w niebezpieczeństwie Oznaczenia dróg lotniczych Nieprawidłowości w ruchu lotniczym, rodzaje zgłoszeń nieprawidłowości Systemy ostrzegania przed kolizją – użycie Służba kontroli ruchu lotniczego: Rodzaje służb kontroli ruchu lotniczego Separacja – metody Przekazanie kontroli innej jednostce Zezwolenia – wydawanie, potwierdzanie, zezwolenia warunkowe, granica zezwolenia Informacja o ruchu Kontrola ruchu naziemnego Sytuacje awaryjne i utrata łączności Służba alarmowa: Informacje ogólne Fazy procedury alarmowej Służba informacji lotniczej (FIS): Informacje ogólne Informacje przekazywane statkowi powietrznemu przez FIS Służba kontroli lotniska: Informacje ogólne Funkcje Prawa i obowiązki Informacje przekazywane statkowi powietrznemu Kategorie samolotów ze względu na turbulencję w śladzie aerodynamicznym – minima separacji Służba kontroli zbliżania: Informacje ogólne Funkcje Odloty Doloty Kolejkowanie do lądowania Informacje przekazywane statkowi powietrznemu Służba kontroli obszaru: Informacje ogólne Funkcje Separacja: Pionowa Pozioma Podłużna Boczna Separacja na wznoszeniu i zniżaniu Zredukowane minima separacji Służba doradcza: Informacje ogólne Funkcje Radar w służbie kontroli ruchu lotniczego: Informacje ogólne Sposoby identyfikacji Informacja o pozycji Wek torowanie radarowe Minima separacji radarowej Minima separacji radarowej ze względu na kategorię turbulencji w śladzie aerodynamicznym Sytuacje awaryjne Podejście do lądowania z użyciem radaru: PAR SRA Kontrola ruchu naziemnego za pomocą radaru Procedury dotyczące radaru wtórnego (SSR): Informacje ogólne Mody transpondera Kody specjalne Procedury normalne Procedury awaryjne Przykłady procedur używania transpondera w kontroli ruchu naziemnego na wybranych lotniskach • 010 08 00 00 Służby informacji lotniczej Cele i funkcje Cykl AIRAC AIP i Suplementy: Informacje ogólne Elementy składowe Sposób publikowania informacji Oznaczenia (kolory stron) i poszukiwanie informacji w dokumencie AIC: Informacje ogólne NOTAM: Informacje ogólne Odczytywanie AUP: Informacje ogólne Sposób pozyskiwania informacji SNOWTAM Informacje ogólne Odczytywanie ASHTAM Informacje ogólne Odczytywanie PIB

Procedury operacyjne	K_W12, K_U02, K_U10, K_K02, K_K03

• PROCEDURY OPERACYJNE – SAMOLOTY. ZASADY OGÓLNE. 6, Części I, II i III (jeśli mają zastosowanie): definicje, zastosowanie, ogólny podział i zawartość. Wymagania PL-OPS 1 (JAR-OPS 1). Ogólne wymagania dotyczące: systemu jakości, dodatkowych członków załogi, metod przewozu osób, wpuszczania na pokład załogi, przewozu nieupoważnionego, przenośnych urządzeń elektronicznych, naruszania zasad bezpieczeństwa, dodatkowych druków informacyjnych i formularzy jakie muszą znajdować się na pokładzie, informacji otrzymywanych na ziemi, upoważnienia do przeprowadzenia inspekcji statku, sporządzania dokumentacji i zapisów, zabezpieczania dokumentacji, dzierżawy. Wymagania dot. certyfikacji przewoźnika lotniczego i nadzoru: ogólne zasady dotyczące Świadectw Przewoźnika Lotniczego (Air Operator Certificate - AOC), wydanie, zmiany i ciągłość ważności AOC, wymagania administracyjne. Wymagania dot. procedur operacyjnych: kontrola i nadzór operacyjny, korzystanie ze służb ATS, procedury odlotu i podejścia wg wskazań przyrządów, przewóz osób o ograniczonych możliwościach poruszania się, przewóz pasażerów zawróconych z granicy, deportowanych lub osób znajdujących się pod nadzorem, załadunek bagażu i frachtu, metody rozmieszczania pasażerów w kabinie pasażerskiej, zabezpieczenie kabiny pasażerskiej i kuchni, palenie tytoniu na pokładzie, warunki do startu, stosowanie minimów do startu. Wymagania operacyjne dla lotów w każdych warunkach meteorologicznych (All Weather Operations – AWO) i operacje przy ograniczonej widzialności (Low visibility operations): minima operacyjne lotniska - ogólne zasady, terminologia, operacje przy ograniczonej widzialności - ogólne zasady operacyjne, operacje przy ograniczonej widzialności - rozważania dotyczące lotniska, operacje przy ograniczonej widzialności - wyszkolenie i kwalifikacje, operacje przy ograniczonej widzialności - procedury operacyjne, operacje przy ograniczonej widzialności - wyposażenie minimalne, minima operacyjne dla lotów VFR. Wymagania dot. przyrządów i wyposażenia: ogólne wprowadzenie, urządzenia zabezpieczające obwody (bezpieczniki), wycieraczki przedniej szyby, pokładowy radar meteorologiczny, telefon pokładowy członków załogi lotniczej i rozgłośnia pokładowa, wewnętrzne drzwi i zasłony. Wymagania dotyczące wyposażenia nawigacyjnego i łączności: wyposażenie radiowe, tablica wyboru źródła sygnałów akustycznych. Wymagania dotyczące wyposażenia nawigacyjnego i łącznościowego: terminologia, zgłaszanie i zatwierdzanie systemu obsługi technicznej Przewoźnika i zarządzania obsługą techniczną, system jakości, kierowanie obsługą techniczną, program obsługi technicznej samolotu, ciągłość ważności Świadectwa Przewoźnika Lotniczego (AOC) w odniesieniu do systemu obsługi technicznej, przypadki równoważnego bezpieczeństwa. Personel pokładowy. SPECJALNE PROCEDURY OPERACYJNE ORAZ ZAGROŻENIA. ASPEKTY OGÓLNE. Lista wyposażenia minimalnego (Minimum Equipment List – MEL). Instrukcja użytkowania samolotu w locie (Airplane Flight Manual - AFM). Odladzanie na ziemi: warunki dla powstawania oblodzenia, definicje i rozpoznawanie oblodzenia na ziemi i w powietrzu, odladzanie zapobieganie oblodzeniu, rodzaje płynów odladzających, pogorszenie osiągów na ziemi i w powietrzu. Ryzyko związane ze zderzeniami z ptakami i unikanie. Ograniczanie hałasu: wpływ procedur (odlot, przelot, podejście), wpływ działań pilota (ustawianie mocy, mały opór, mała moc). Pożar i dym: pożar gaźnika, pożar silnika, pożar w kabinie pasażerskiej, w kabinie załogi, w ładowniach (dobór odpowiednich środków gaśniczych w zależności od rodzaju pożaru oraz użycie gaśnic), działania w przypadku przegrzania hamulców po przerwanym starcie i lądowaniu, dym w kabinie załogi i pasażerskiej (skutki i podejmowane działania). Dekompresja kabiny hermetycznej: dekompresja powolna, dekompresja gwałtowna lub eksplozyjna, niebezpieczeństwa i podejmowane działania. Uskok wiatru, mikrozaburzenia atmosfery: definicje i opis, skutki i rozpoznanie w czasie startu i podejścia, działania w celu uniknięcia i działania podejmowane w razie napotkania zjawiska. Turbulencja w śladzie aerodynamicznym: przyczyny powstawania, wpływ prędkości i masy, wiatr, działania podejmowane w bezpośredniej bliskości ruchu lotniczego, w czasie startu i lądowania. Ochrona linii: bezprawne działania. Lądowanie awaryjne i zapobiegawcze: definicje, przyczyny, czynniki jakie należy uwzględnić (wiatr, teren, przygotowanie, taktyka lotu, lądowanie w różnym terenie i wodowanie), informacje dla pasażerów, ewakuacja, czynności po wylądowaniu. Zrzucanie paliwa: aspekty bezpieczeństwa, aspekty prawne. Przewóz materiałów niebezpiecznych: ICAO Aneks 18, praktyczne aspekty. Zanieczyszczenia dróg startowych: rodzaje zanieczyszczeń, hamowanie, współczynnik hamowania, poprawki i obliczenia osiągów.

Projekt inżynierski	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_W16, K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06

• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego. Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określanie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.

Silniki lotnicze	K_W09, K_U01, K_U12, K_K03

• "Wprowadzenie" - Przepisy budowy silników lotniczych - zarys, - Systemy projektowania silników lotniczych - zarys, • "Wprowadzenie" - Przegląd silników turbinowych • "Rozwiązania konstrukcyjne silników lotniczych" • "Część zimna silnika turbinowego" • "Część gorąca silnika turbinowego" • Sprawdzian zaliczeniowy

Technologia informacyjna	K_W03, K_U02, K_U04, K_U06, K_K01

• Technologia informacyjna. Informatyka. Informacja i jej jednostki: bit, bajt i ich wielokrotności. Pozycyjne systemy zapisu liczb: dziesiętny, dwójkowy, ósemkowy, szesnastkowy. Konwersja zapisu liczb pomiędzy systemami o różnej podstawie. Kodowanie liczb całkowitych: kod znak-moduł, kod uzupełnieniowy do dwóch. Kodowanie liczb rzeczywistych: zapis stałoprzecinkowy i zmiennoprzecinkowy. Kodowanie znaków. Operacje arytmetyczne i logiczne na danych binarnych. • Budowa komputerów. Rodziny procesorów: CISC, RISC. Mikrokontrolery. Architektura von Neumanna i Harvard. Układy sterujące. Magistrale. Pamięć operacyjna (RAM), podręczna (cache), stała (ROM). Pamięci masowe: dyski twarde, dyski optyczne, pamięć typu Flash (NAND, NOR). Działanie, zalety i wady różnych systemów archiwizacji danych. Urządzenia wejścia/wyjścia. Systemy zobrazowania informacji. Technologia komputerowa stosowana w statkach powietrznych. Systemy wbudowane. • Oprogramowanie systemowe. BIOS. System operacyjny i jego zadania. Podział systemów operacyjnych. Wielozadaniowość, wielodostęp, wielowątkowość. Systemy czasu rzeczywistego. Systemy rozproszone. Emulacja systemów komputerowych. Wirtualizacja systemów operacyjnych. Oprogramowanie użytkowe. Testowanie oprogramowania. Zarządzanie oprogramowaniem. Wymagania wobec oprogramowania stosowanego w lotnictwie: norma DO-178. • Algorytm. Badanie złożoności obliczeniowej algorytmów: klasyfikacja złożoności czasowej, klasy algorytmów. Program komputerowy. Kod maszynowy. Języki niskiego poziomu: asembler, zapis rozkazów. Języki wysokiego poziomu. Kompilator, interpreter, konsolidator. Błędy w programach. Zasady programowania. Elementy schematów blokowych. • Programowanie w języku C++. Słowa kluczowe, identyfikatory, literały, komentarze, dyrektywy preprocesora, stałe, zmienne, typy, definicje i deklaracje, struktura programu. Typy danych języka. Zakresy ważności nazw. Instrukcje przypisania. Operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne. Operacje wejścia/wyjścia. Instrukcje warunkowe. Instrukcje iteracyjne. Proste algorytmy numeryczne i kombinatoryczne. Tablice jednowymiarowe i wielowymiarowe. Algorytmy

sortowania wektorów. Wskaźniki. Wskaźniki a tablice. Dynamiczny przydział pamięci. Referencja. Programowanie proceduralne: funkcje, przekazywanie parametrów. • Sprawdzian.

Technologia lotnicza (C)	K_W08, K_W12, K_U10, K_K01

• Różnorodność wyposażenia warsztatowego. Zasady bezpiecznej pracy przy korzystaniu z zasobów energetycznych warsztatu, środków chemicznych oraz materiałów eksploatacyjnych. • Narzędzia, oprawki, uchwyty obróbkowe. Oprzyrządowanie montażowe i wyposażenie kontrolno-pomiarowe. • Techniki i metody wytwarzania części maszyn • Dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. Charakterystyka wymiarów. Tolerancja wymiarów, kształtu i położenia. Normy opisujące jakość wykonania. • Przedmioty pracy stosowane w produkcji lotniczej. • Dokumentacja techniczna stosowana w procesach wytwórczych. • Zasady projektowania procesu technologicznego obróbki • Zasady ustalania części podczas obróbki • Charakterystyka metod montażu stosowanych w lotnictwie • Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Rodzaje półfabrykatów i ich dobór • Budowa uchwytów obróbkowych i montażowych. Bazowanie do obróbki. • Czynniki wpływające na dokładność obróbki. • Proces technologiczny. • Kontrola jakości wyrobu. • Metody montażu

Termodynamika	K_W07, K_U07, K_U08, K_K02

• Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: Energia, formy energii, przekształcenia energii; Substancja, ilość substancji, liczba Avogadra; Zamknięty i otwarty system termodynamiczny; Stan termodynamiczny, znamiona termodynamiczne, ciśnienie, temperatura, funkcje stanu, równowaga, Zerowa Zasada Termodynamiki; Przemiana, zjawiska quasi-statyczne, proces, funkcje przemiany i obieg termodynamiczny. • System substancji czystej: substancja czysta, faza; Oddziaływania molekuł, stany skupienia, analiza zjawiska izobarycznego, stan nasycenia, stopień suchości, punkt krytyczny, punkt potrójny, wykresy T-v, P-v, P-T, P-T-v; Opis stanu - para mokra, para przegrzana, gaz, gaz rzeczywisty – gaz doskonały; Równanie stanu, równanie Clapeyrona, prawo Awogadro, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynnik ściśliwości, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmanna. • Zasada Zachowania Energii: Działania termiczne, ciepło, system adiabatyczny, wymiana ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie, wewnętrzne źródła ciepła; Działania mechaniczne, praca mechaniczna, praca granicy systemu, niemechaniczne formy pracy; I Zasada Termodynamiki; Bilans energetyczny układu przepływowego, entalpia, praca techniczna. • Energia cieplna i entalpia: Ciepło właściwe gazów - rzeczywistych, półdoskonałych i doskonałych; związek miedzy ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej; Mieszaniny gazowe: prawo Daltona, Prawo Amagata, ciśnienie cząstkowe, udziały składników, właściwości zastępcze mieszaniny. • Przemiany gazów: przemiana politropowa, politropa techniczna, charakterystyczne przemiany gazowe, ich wykresy w układzie P-v, stan termodynamiczny w przemianach, praca i ciepło przemian charakterystycznych; Obiegi: praca i ciepło obiegu, obiegi lewo i prawobrzeżne - właściwości i funkcje, silniki cieplne, pompy ciepła, sprawność i współczynnik wydajności obiegu. • Procesy odwracalne i nieodwracalne, źródła nieodwracalności, praca w procesach odwracalnych i nieodwracalnych, odwracalny cykl Carnota, sprawność i współczynnik wydajności obiegów nieodwracalnych, jakość źródeł energii, termodynamiczna skala temperatury; II Zasada Termodynamiki: silniki cieplne – sformułowanie Kelvina-Plancka, pompy cieplne – sformułowanie Clausiusa, perpetuum mobile. Entropia i jej właściwości: nierówność Clausiusa, definicja entropii, zmiana entropii systemu, bilans entropii - przenoszenie i generowanie entropii, układ T-s, zasada wzrostu entropii, fizyczny sens entropii, zastosowania pojęcia entropii; Układ T-s dla gazów doskonałych: entropia gazów doskonałych, przemiany charakterystyczne, przemiana izentropowa; Dyssypacja na wykresach P-v i T-s. • Gazowe urządzenia energetyczne: obiegi porównawcze, techniczne znaczenie obiegu Carnota; Silniki: silniki tłokowe – obiegi: Otto–Beau de Rochas, Diesla, Seiligera–Sabathe, silniki przepływowe – obiegi: Braytona-Joule`a, Humphreya, regeneracja i podgrzewanie międzystopniowe – obiegi: Braytona-Joule`a, Ericsona, Stirlinga; Pompy cieplne - obieg Joule`a. • Właściwości pary mokrej i przegrzanej: Energia cieplna i entalpia w procesie parowania, równanie Clausiusa-Clapeyrona; Stan i funkcje stanu pary mokrej, przemiany charakterystyczne pary mokrej i przegrzanej, wykres h-s, tablice pary nasyconej i przegrzanej. • Gazy wilgotne; określenie stanu, wilgotność bezwzględna, wilgotność względna, zawartość wilgoci, punkt rosy, równanie stanu, entalpia powietrza wilgotnego; Wykres i-X - konstrukcja i zawartość; Przemiany izobaryczne: ogrzewanie lub chłodzenie, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie, granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce; Sprężanie i rozprężanie adiabatyczne - sucha i wilgotna adiabata. • Termodynamika przepływów: równanie ciągłości; uogólnione równanie Bernoulliego, znamiona statyczne, dynamiczne i spiętrzenia, przepływ przez kanały o zmiennym przekroju. • Termodynamika spalania: substraty i produkty; Bilans substancji, zapotrzebowanie tlenu i powietrza, ilość spalin i skład spalin, punkt rosy spalin; Bilans energii: ciepło spalania, wartość opałowa, sprawność spalania, temperatura spalin, dysocjacja; Urządzenia spalające: rodzaje, bilans energetyczny. • Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna – gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury – równanie ciśnienia, rozkład gęstości – równowaga globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche – gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne – gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Parowe urządzenia energetyczne: obieg Carnota w obszarze pary; Siłownia parowa, prawobieżny obieg Clausiusa-Rankine`a z przegrzaniem i bez, wpływ parametrów obiegu na pracę i sprawność obiegu, przegrzew wtórny i podgrzewanie regeneracyjne; Pompa cieplna, obieg Lindego, parametry obiegu, obieg nadkrytyczny, dobór czynnika roboczego i źródeł ciepła, efektywność pomp ciepła. • Wymiana ciepła: Konwekcja wymuszona: mechanizm konwekcji wymuszonej, równanie Newtona, hydrauliczna warstwa przyścienna, przepływ laminarny i turbulentny, liczba Reynoldsa, termiczna warstwa przyścienna, liczba Prandtla, liczba Nusselta, równania kryterialne; Intensyfikacja wymiany ciepła; Konwekcja swobodna: mechanizm konwekcji swobodnej, liczba Grashofa i Rayleigha, konwekcja swobodna na powierzchni i w przestrzeniach zamkniętych; Przewodzenie: prawo Fouriera, przewodność cieplna, dyfuzyjność cieplna, wpływ budowy materiału, ustalone przewodzenie przez płaską płytę, przenikanie ciepła, opory cieplne, ściana wielowarstwowa; Wymienniki ciepła; Promieniowanie: mechanizm wymiany ciepła przez promieniowanie; ciało doskonale czarne, prawo Stefana-Bltzmanna, prawo Plancka; właściwości ciał, emisyjność, absorbcyjność, refleksyjność, przepuszczalność, wymiana ciepła przez promieniowanie. • Oznaczenia, jednostki, I Zasada Termodynamiki, termiczne równanie stanu. Kaloryczne równanie stanu, średnie ciepło właściwe. Przemiany gazów doskonałych. Obliczanie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej, entalpii i entropii. Mieszaniny gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropy mieszaniny. Obiegi porównawcze silników gazowych. Przemiany powietrza wilgotnego. Podstawowe obliczenia związane ze spalaniem paliw oraz przepływami jednowymiarowymi. • Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. • Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. • Wyznaczanie wykładnika adiabaty. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. • Pomiar wartości opałowej paliw gazowych.

Trening kondycyjny 1	K_U04, K_K01, K_K04

• Stabilizacja centralna. Wydolność głębokich mięśni tułowia, kontrola centrum masy ciała w statyce i dynamice. Podstawowe ćwiczenia stabilizacji kręgosłupa w różnych jednostkach treningowych. • Trening funkcjonalny: Podstawowe ćwiczenia klasyczne - technika, dobór ćwiczeń pomocniczych i uzupełniających w treningu funkcjonalnym. Poprawianie wydolności organizmu, wzmocnienie mięśni poprzez naukę ćwiczeń wielostawowych oraz funkcjonalnych (użytkowych). Poprawianie konkretnej (bądź grup powiązanych) funkcji ciała. Praca nad wzorcem ruchowym. Kształtowanie parametrów siły, stabilizacji, elastyczności, szybkości i przyśpieszenia. Różne rodzaje treningu funkcjonalnego. • Trening mobilności: Podstawowe ćwiczenia oddziałujące na tkanki i struktury dążące do zwiększenia ruchomości w stawie z wykorzystaniem akcesoriów treningowych lub bez. Trening mobilności jako regeneracja po treningowa, element zmniejszający ból stawów i mięśni. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej (Beep test) i pomiar składu ciała (Tanita). • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.

Trening kondycyjny 2	K_U04, K_K01, K_K04

• Trening wydolności. Dobór form treningowych mających na celu przygotowanie do wykonywania długotrwałej lub ciężkiej pracy fizycznej i zdolności szybkiej regeneracji po treningowej (m.in. trening biegowy, nordic walking). Podstawowe ćwiczenia kształtujące wytrzymałość siłową, szybkościową i skocznościową. Trening obwodowy jako jednostka bazowa. • Trening siły mięśniowej przez odpowiedni dobór ćwiczeń wykorzystując ciężar swojego ciała i oporu zewnętrznego. Rożne rodzaje treningu kształtujące siłę dynamiczną (moc). • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej (Beep test) i pomiar składu ciała (Tanita). • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.

Trening kondycyjny 3	K_U04, K_K01, K_K04

• Technika podstawowych ćwiczeń z użyciem taśm w podwieszeniu - TRX. Różne rodzaje treningów funkcjonalnych z taśmami: TRX Metabolic Blast, TRX Circuit Training, TRX Body Blast (realizacja w programie do wyboru prowadzącego). • Trening siłowy i wytrzymałościowo – siłowy. Sztangi – technika ćwiczeń. Programowanie treningu z uwzględnieniem wybranych metod ukierunkowanych na określony cel. Rożne rodzaje treningów z wykorzystaniem sztang (realizacja w programie do wyboru prowadzącego). • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej (Beep test) i pomiar składu ciała (Tanita). • Usprawnienie ruchowe: dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie, zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza.

Trening kondycyjny 4	K_U04, K_K01, K_K04

• Trening funkcjonalny w ujęciu holistycznym. Rożne rodzaje złożonych treningów funkcjonalnych ukierunkowanych na wybrane funkcje ciała człowieka. Praca nad poprawnymi wzorcami ruchowymi. • Kształtowanie parametrów: siła, wytrzymałość siłowa, stabilizacja, mobilność, elastyczność z ciężarem ciała lub z wykorzystaniem wybranych akcesoriów treningowych (m.in.: piłki gimnastyczne, dyski, gumy, hantle, TRX, sztang). • Podstawowe zagadnienia teorii treningu (drogi i metody rozwoju siły mięśniowej). Budowa i realizacja przez studentów indywidualnych programów treningowych. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej (Beep test) i pomiar składu ciała (Tanita). • Usprawnienie ruchowe: dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie, zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza.

Wybrane zagadnienia pilotażowe	

• PROCEDURY OPERACYJNE. 83. ICAO Annex 6, Część II - Operacje statków powietrznych. Zasady eksploatacji statków powietrznych PL-6, część II Statki powietrzne Lotnictwa Ogólnego:· wstęp,· definicje,· postanowienia ogólne,· przygotowanie lotu i procedury w czasie lotu,· osiągi i ograniczenia operacyjne,· przyrządy i wyposażenie,· urządzenia nawigacyjne i środki łączności,· obsługa,· załoga lotnicza,· używane oświetlenie. 84. ICAO Annex 12 - Poszukiwanie i ratownictwo:· definicje,· fazy alarmu,· procedury dla pilota-dowódcy, · sygnały poszukiwania i ratownictwa. 85. ICAO Annex 13 - Badanie wypadków lotniczych:· definicje,· procedury krajowe. 86. Zmniejszenie hałasu:· procedury ogólne,· zastosowanie podczas startu i lądowania. 87. Naruszenie przepisów lotniczych:· wykroczenia,· kary. OGÓLNE BEZPIECZEŃSTWO LOTÓW. 107. Samolot:· regulacja fotela i zabezpieczenie,· uprzęże i pasy bezpieczeństwa,· wyposażenie awaryjne i jego użycie,- gaśnica,- zabezpieczenie pożarowe silnika i kabiny, instalacja odladzania, wyposażenie do przetrwania, kamizelki ratunkowe, tratwy ratunkowe,· zatrucie tlenkiem węgla,· środki bezpieczeństwa podczas tankowania samolotu,· materiały łatwopalne, pojemniki ciśnieniowe. 108. BEZPIECZEŃSTWO OPERACYJNE:· turbulencja w śladzie aerodynamicznym,· poślizg hydrodynamiczny (aquaplaning),· uskok wiatru, start, podejście i lądowanie,· komunikaty dla pasażerów,· wyjścia awaryjne,· ewakuacja samolotu podczas:- przymusowego lądowania, - lądowania ze schowanym podwoziem, - wodowania. CZŁOWIEK – MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA - PODSTAWY FIZJOLOGII. 36. Pojęcia, skład atmosfery, prawa gazów, oddychanie i krwioobieg. 37. Wpływ obniżonego ciśnienia: wpływ wzrostu wysokości, przemieszczanie gazów, niedotlenienieo objawyo zapobieganie, hermetyzacja kabiny, skutki gwałtownej dekompresji, czas użyteczny świadomości, użycie maski tlenowej i gwałtowne zniżanie, hiperwentylacja, objawy, unikanie, efekty przyspieszeń. 38. Widzenie: fizjologia widzenia, ograniczenia narządu wzroku, wady wzroku, złudzenia optyczne, dezorientacja przestrzenna, unikanie dezorientacji. 39. Słuch: fizjologia słuchu, doznania ucha wewnętrznego, skutki zmiany wysokości, hałas i utrata słuchu, ochrona słuchu, dezorientacja przestrzenna, konflikt pomiędzy uszami i oczami, zapobieganie dezorientacj. i40. Choroba lokomocyjna: przyczyny, objawy, zapobieganie. 41. Latanie i zdrowie: wymagania medyczne, wpływ pospolitych dolegliwości i lekarstw, przeziębienia, dolegliwości żołądkowe, lekarstwa, leki i działania uboczne, alkohol, narkotyki, zmęczenie, kondycja zdrowotna, opieka nad pasażerami, nurkowanie głębinowe, ostrożność przed lotem. 42. Ryzyko zatrucia, materiały niebezpieczne, tlenek węgla z urządzeń grzewczych. PODSTAWY PSYCHOLOGII 43. Przetwarzanie informacji: koncepcja wrażeń, percepcja poznawczao oczekiwania, przewidywanie, nawyki. 44. Centralny układ nerwowy: obciążenie umysłowe, ograniczenia, źródła informacji, bodźce i uwaga, komunikacja słowna, pamięć i jej ograniczenia, przyczyny błędnej interpretacji. 45. Stres: przyczyny i skutki, koncepcje powstawania, wpływ na działanie, rozpoznawanie i ograniczanie stresu. 46. Ocena i podejmowanie decyzji: koncepcje oceny przez pilota, postawy psychologiczne, aspekty zachowania, ocena ryzyka, rozwój świadomości sytuacyjnej. • Osiągi i planowanie lotu. MASA I WYWAŻENIE. 32. MTOW i wyważenie· ograniczenia ciężaru maksymalnego,· ograniczenia przedniego i tylnego położenia środka ciężkości, położenia normalne i użytkowe,· obliczenia ciężaru i środka ciężkości, instrukcja eksploatacji samolotu i arkusz wyważenia. OSIĄGI. 33. Start:· rozbieg i długość dysponowana,· oderwanie i wznoszenie początkowe,· wpływ masy, wiatru i wysokości gęstościowej,· wpływ od powierzchni ziemi i gradientu nachylenia,· użycie klap. 34. Lądowanie· wpływ masy, wiatru, wysokości gęstościowej i prędkości podejścia,· użycie klap,· powierzchnia ziemi i gradient nachylenia. 35. Podczas lotu:· związek pomiędzy mocą potrzebną i dysponowaną,· wykres osiągów,· maksymalny gradient i maksymalny kąt wznoszenia,· zasięg i długotrwałość lotu,· wpływ konfiguracji, masy, temperatury i wysokości,· redukcja osiągów podczas zakrętów ze wznoszeniem,· szybowanie,· szkodliwy wpływ: oblodzenia, deszczu, złego stanu płatowca (deformacja, zła jakość pokrycia) zmiana charakterystyki aerodynamicznej związanej z użyciem klap,· strata wysokości podczas zakrętów w locie szybowym.

Wychowanie fizyczne 1	K_K01, K_K04

• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • 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).

Wychowanie fizyczne 2	K_K01, K_K04

• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.Oswojenie ze środowiskiem wodnym, zabawy, nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, poślizg, nauka prawidłowej prac NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego (pokaz, objaśnienie), poślizg na piersiach. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu.Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie. Nauka prawidłowej prac RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływackich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.

Wykład monograficzny	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04

• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości. Jak zmieniały się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwsza na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty

Wyposażenie pokładowe	K_W10, K_W12, K_U01, K_U05, K_U07, K_K03

• Układy nawigacji bezwładnościowej: Rodzaje Budowa Uzgadnianie położenia Tryby pracy i oznaczenia Platformy żyroskopowe: Budowa Zasada działania Uzgadnianie położenia platformy Błędy Tryby pracy i oznaczenia Rejestratory: Budowa i zasada działania rejestratora parametrów lotu (FDR) Budowa i zasada działania rejestratora rozmów w kokpicie (CVR) Układy alarmujące załogę: ogólne wprowadzenie System ostrzegania przed przeciągnięciem Elektroniczny system przyrządów pokładowych (Electronic Flight Instrument System - EFIS). Żyroskopy prędkościowe mikroelektromechaniczne (MEMS). Żyroskopy optyczne: laserowe (RLG) i światłowodowe (FOG), błędy, układy korekcyjne. Inercjalne układy orientacji przestrzennej (IRU): układy odniesienia, pomiar przyspieszeń, magnetometr, obliczenia kątów Eulera, filtracja komplementarna, filtracja Kalmana, rachunek kwaternionowy. Bezkardanowe układy odniesienia pionu i kursu (AHRS). Integracja systemów pokładowych, pokładowe sieci przesyłania informacji (standardy ARINC, MIL, ACSB). Przykłady wyposażenia pokładowego samolotów transportowych. Tendencje rozwojowe w budowie wyposażenia pokładowego samolotów. • Ćwiczenia laboratoryjne (7 wybranych ćwiczeń po 2 godziny). W trakcie ćwiczeń badane są właściwości przyrządów i systemów pokładowych na przykładzie następujących urządzeń: 1. Przetworniki ciśnień. 2. Żyroskopy prędkościowe, zakrętomierz i koordynator zakrętu. 3. Żyroskopy optyczne (FOG). 4. Żyroskopowe układy odniesienia pionu, sztuczny horyzont. 5. Układy kursowe, żyroskopowy wskaźnik kursu. 6. Busola żyroindukcyjna. 7. Platforma żyroskopowa, stabilizacja siłowa. 8. Inercjalny układ odniesienia.

Wyposażenie pokładowe [C]	K_W10, K_W12, K_U02, K_K01, K_K03

• Przyrządy ciśnieniowe - podstawy teoretyczne pomiaru oraz zasada działania. Wysokościomierz barometryczny: Budowa Zasada działania Nastawa wysokościomierza Typy wskaźników Błędy Serwo-wysokościomierz Kodowanie wysokości Wariometr : Budowa Zasada działania Błędy Prędkościomierz: Budowa Zasada działania Błędy Wskaźnik liczby Macha: Budowa Zasada działania Błędy Zespolony przyrząd mierzący prędkość i liczbę Macha • Podstawowe informacje dotyczące żyroskopu: Podstawy teoretyczne przyrządów żyroskopowych Budowa żyroskopu Właściwości żyroskopu Typy żyroskopów Zasilanie żyroskopów Żyroskopy o osi poziomej Żyroskopy o osi pionowej Żyroskopowy wskaźnik kursu: Budowa Zasada działania Błędy Sztuczny horyzont: Budowa sztucznych horyzontów zasilanych powietrzem i elektrycznie Zasada działania Błędy Zakrętomierz i chyłomierz poprzeczny: Budowa Zasada działania Koordynator zakrętu: Budowa Zasada działania • Podstawy magnetyzmu: Własności pola magnetycznego Własności magnetyczne materiałów Magnetyzm ziemski: Pole magnetyczne Ziemi Inklinacja Deklinacja Magnetyzm samolotu: Rodzaje magnetyzmu samolotu Składowe pola magnetycznego ferromagnetyków twardych Składowe pola magnetycznego ferromagnetyków miękkich Kompensacja busoli Urządzenia do kompensacji dewiacji busoli Busola magnetyczna: Budowa Własności busoli magnetycznej Błędy busoli Busola odległościowa: Zasada działania Budowa układu Nadajnik magnetyczny (układ pomiarowy) Porównanie busoli bezpośredniej i odległościowej • Przyrządy kontroli pracy silnika: Budowa i zasada działania: Obrotomierz Wskaźnik ciśnienia ładowania Wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa Wskaźnik ciśnienia i temperatury oleju Wskaźnik temperatury głowic i temperatury gazów wylotowych • Przyrządy ciśnieniowe • Przyrządy żyroskopowe • Odbiornik nawigacji satelitarnej • Klasyczny układ wskazań • Zintegrowany układ wskazań

Wyposażenie radiowe	K_W02, K_W04, K_W10, K_W12, K_W14, K_U08, K_U12, K_K02, K_K03

• Podstawy propagacji fal elektromagnetycznych, pasma radiowe i ich wykorzystanie w lotnictwie, polaryzacja i właściwości fal elektromagnetycznych • Typy anten, uproszczone schematy blokowe nadajników i odbiorników radiowych, bilans łącza radiowego • Łączność VHF: techniczne charakterystyki łączności, radiostacje pokładowe, radiostacje ratunkowe, uproszczone schematy blokowe torów nadajnika i odbiornika radiostacji, łączność wewnątrz samolotu – rozmównice pokładowe, systemy i panele sterujące audio • Systemy łączności HF: informacje ogólne, rodzaje, właściwości propagacyjne fal radiowych z pasma HF, modulacja AM/SSB, radiostacje HF – budowa i wykorzystanie w lotnictwie, rejestrator rozmów w kabinie załogi. • Lotnicze systemy łączności satelitarnej: informacje ogólne, rodzaje. Systemy komunikacji tekstowej, ACARS, CPDLC • System ADF: charakterystyki techniczne systemu, uproszczony schemat blokowy i zasada działania naziemnej radiolatarni NDB, odbiornik pokładowy ADF – zasada działania i obsługa, typowe wskaźniki systemu i interpretacja wskazań, zasady, odczyt i interpretacja, pokrycie, zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność. Systemy lokalizacji na żądanie. Naziemne urządzenia namiarowe D/F; zasady, odczyt i interpretacja, pokrycie zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność. • System VOR: charakterystyki techniczne systemu, uproszczony schemat blokowy i zasada działania naziemnej radiolatarni VOR, radiolatarnie DVOR, odbiornik pokładowy systemów VOR/ILS – zasada działania i obsługa, wskaźniki TDI, CDI, RMI i interpretacja wskazań. Porównanie systemów VOR i ADF. • System DME: parametry techniczne, kanały X i Y systemu, uproszczony opis działania części naziemnej, schemat blokowy części pokładowej – zasada działania, tryby pracy, system DME/P; zasady, odczyt i interpretacja, pokrycie zasięg, błędy i dokładność, czynniki wpływające na zasięg i dokładność. • System ILS: geometria i parametry stref działania systemu, radiolatarnie naziemne - rozmieszczenie, parametry techniczne, uproszczony schemat blokowy, zasada działania, odbiorniki pokładowe - instalacja, uproszczony schemat blokowy, zasada działania, obsługa, wskaźniki, interpretacja wskazań. • System GPS, podstawy działania nawigacyjnych systemów satelitarnych GNSS – charakterystyki techniczne, porównanie systemów, zasady działania, uproszczone schematy blokowe nadajnika i odbiornika GPS, wyznaczanie danych nawigacyjnych w systemie GPS. Przeliczniki nawigacyjne RNAV i GPS: algorytmy obliczeń nawigacyjnych w komputerach nawigacji obszarowej i nawigacji globalnej. Systemy GPS, VOR, DME i VORTAC jako podstawowe źródła danych dla przeliczników. • Podstawy i zasady działania radaru. Radiowysokościomierz: budowa układu, zasada działania, błędy, zasady użytkowania, podstawowe parametry techniczne. Radar Dopplera.Transpondery S i ATC radaru wtórnego: zasada działania radaru wtórnego – charakterystyki techniczne, tryby zapytania, uproszczony schemat blokowy i zasada działania pokładowego transponderów, zasady współdziałania radaru wtórnego i transpondera. • Analizator widma fal elektromagnetycznych, charakterystyki częstotliwościowe stacji nadawczych. • Budowa i obsługa radiostacji HF i VHF, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań odbiornika ADF, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań odbiornika VOR, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań odbiornika ILS, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. Budowa, obsługa i interpretacja wskazań radiowysokościomierza. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań radaru pogodowego, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań lotniczego zintegrowanego odbiornika GNSS, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, przykłady instalacji na pokładzie samolotu. • Budowa, obsługa i interpretacja wskazań lotniczego przenośnego odbiornika GNSS, pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych.

Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	K_W06, K_U08, K_K01

• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia,. Czyste ścinanie. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.

Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01

• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfielda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano, wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna próba rozciągania • Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Modelowe badania elastooptyczne • Próba sztywnościowa płatowców

Łączność lotnicza 1	K_W13, K_U05, K_U12, K_K03

• 091 01 00 00 Definicje Definicje wszystkich niezbędnych w łączności VFR pojęć Rozwinięcia skrótów używanych w łączności lotniczej 091 02 00 00 Ogólne procedury operacyjne: Kategorie depesz radiowych, Ogólne procedury łączności radiowej, Łączność z kontrolą lotniska 091 03 00 00 Terminy dotyczące informacji o pogodzie: Zawartość meldunków meteorologicznych Rozgłaszanie informacji meteorologicznych • 091 04 00 00 Czynności do wykonania w przypadku awarii łączności: Czynności w przypadku częściowej lub całkowitej utraty łączności Ćwiczenia w stosowaniu powyższych zasad i procedur – symulowanie procedur w sytuacjach częściowej lub całkowitej utraty łączności 091 05 00 00 Komunikacja w sytuacjach niebezpiecznych i naglących: □ Rozpoczęcie i zakończenie ciszy radiowej □ Przykłady korespondencji: □ Usterki techniczne samolotu □ Problemy medyczne na pokładzie □ Utrata orientacji geograficznej □ Ćwiczenia w stosowaniu powyższych zasad i procedur – symulowanie procedur w sytuacjach niebezpiecznych i naglących

Łączność lotnicza 2	K_W13, K_U05, K_U12, K_K03

• 090 00 00 00 ŁĄCZNOŚĆ 091 00 00 00 ŁĄCZNOŚĆ W LOTACH VFR • 091 01 00 00 DEFINICJE 091 01 01 00 Pojęcia i znaczenie używanej terminologii 091 01 02 00 Skróty stosowane przez służby ruchu lotniczego 091 01 03 00 Skróty kodu Q najczęściej używane w radiotelefonicznej łączności powietrze -ziemia 091 01 04 00 Kategorie depesz • 091 02 00 00 OGÓLNE PROCEDURY OPERACYJNE 091 02 01 00 Nadawanie liter 091 02 02 00 Nadawanie cyfr (podawanie poziomów lotu) 091 02 03 00 Nadawanie czasu 091 02 04 00 Technika nadawania 091 02 05 00 Standardowe wyrazy i zwroty (wraz z odnośną frazeologią R/T) 091 02 06 00 Radiotelefoniczne znaki wywoławcze stacji lotniczych wraz z użyciem skróconych znaków wywoławczych 091 02 07 00 Radiotelefoniczne znaki wywoławcze samolotu wraz z użyciem skróconych znaków wywoławczych 091 02 08 00 Przekazywanie łączności 091 02 09 00 Procedury sprawdzania łączności (skala czytelności) 091 02 10 00 Wymagania dotyczące powtórzenia i potwierdzenia odbioru 091 02 11 00 Radarowa frazeologia proceduralna • 091 03 00 00 TERMINOLOGIA INFORMACJI METEOROLOGICZNEJ (VFR) 091 03 01 00 Pogoda na lotnisku 091 03 02 00 Rozgłaszanie komunikatów meteorologicznych • 091 04 00 00 DZIAŁANIA PODEJMOWANE W PRZYPADKU UTRATY ŁĄCZNOŚCI 091 05 00 00 PROCEDURY W NIEBEZPIECZEŃSTWIE I

PONAGLENIA 091 05 01 00 Niebezpieczeństwo (definicja - częstotliwości – prowadzenie nasłuchu na częstotliwości niebezpieczeństwa – sygnały w niebezpieczeństwie, - meldunki w niebezpieczeństwie) 091 05 02 00 Sytuacje naglące (definicja - częstotliwości - sygnały ponaglenia - meldunki ponaglenia) • 091 06 00 00 OGÓLNE ZASADY PROPAGACJI FAL VHF ORAZ WYZNACZONE CZĘSTOTLIWOŚCI DLA ŁĄCZNOŚCI	
Łączność lotnicza 3	K_W13, K_U05, K_U12, K_K01, K_K03
• 092 01 00 00 DEFINICJE 092 01 01 00 Pojęcia i znaczenie używanej terminologii 092 01 02 00 Skróty stosowane w kontroli ruchu lotniczego 092 01 03 00 Skróty kodu Q najczęściej używane w radiotelefonicznej łączności powietrze -ziemia 092 01 04 00 Kategorie depesz • 092 02 00 00 OGÓLNE PROCEDURY OPERACYJNE 092 02 01 00 Nadawanie liter 092 02 02 00 Nadawanie cyfr (podawanie poziomów lotu) 092 02 03 00 Nadawanie czasu 092 02 04 00 Technika nadawania 092 02 05 00 Standardowe wyrazy i zwroty (wraz z odnośną frazeologią R/T) 092 02 06 00 Radiotelefoniczne znaki wywoławcze stacji lotniczych wraz z użyciem skróconych znaków wywoławczych 092 02 07 00 Radiotelefoniczne znaki wywoławcze samolotu wraz z użyciem skróconych znaków wywoławczych 092 02 08 00 Przekazywanie łączności 092 02 09 00 Procedury sprawdzania łączności (skala czytelności), nawiązanie łączności radiotelefonicznej 092 02 10 00 Wymagania dotyczące powtórzenia i potwierdzenia odbioru 092 02 11 00 Radarowa frazeologia proceduralna 092 02 12 00 Zmiany poziomów lotu i zgłaszanie ich • 092 03 00 00 DZIAŁANIA PODEJMOWANE W PRZYPADKU UTRATY ŁĄCZNOŚCI 092 04 00 00 PROCEDURY W NIEBEZPIECZEŃSTWIE I PONAGLENIA 092 04 01 00 Sygnał PAN żądania pomocy medycznej 092 04 02 00 Niebezpieczeństwo (definicja - częstotliwości – prowadzenie nasłuchu na częstotliwości niebezpieczeństwa – sygnały w niebezpieczeństwie, - meldunki w niebezpieczeństwie) Pogoda na lotnisku 092 04 03 00 Sytuacje naglące (definicja - częstotliwości - sygnały ponaglenia - meldunki ponaglenia)Rozgłaszanie komunikatów meteorologicznych • 092 05 00 00 TERMINOLOGIA INFORMACJI METEOROLOGICZNEJ (IFR) 092 05 01 00 Pogoda na lotnisku 092 05 02 00 Rozgłaszanie komunikatów meteorologicznych • 092 06 00 00 OGÓLNE ZASADY PROPAGACJI FAL VHF ORAZ WYZNACZONE CZĘSTOTLIWOŚCI DLA ŁĄCZNOŚCI • 092 07 00 00 ALFABET MORSE'A	

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

Język angielski (A)	K_U05
• Opowiadanie o sobie, rodzinie, domu, upodobaniach. Zadawanie różnego rodzaju pytań. • Rozmowa na temat ważnych miejsc i dat. Pisanie e-maila formalnego i nieformalnego. • Wypowiadanie się na temat różnic między kobietami i mężczyznami oraz stereotypów. Wyrażanie opinii. • Opisywanie ludzi. Powtórzenie czasów gramatycznych (Present Simple i Continuous, Past Simple i Continuous) Opisywanie funkcji i zastosowań rozwiązań technicznych. (str. 6-9) • Rozmowy i wywiady. Opisywanie zdjęć. • Udzielanie rad dotyczących udziału w rozmowie o pracę. Mówienie o sobie samym • Wypowiadanie się na temat filmu. Wyrażanie opinii na temat filmów. • Pytanie o doświadczenia i opisywanie doświadczeń. Czasy gramatyczne Present Perfect i Past Simple. Inżynieria materiałowa. Opisywanie i kategoryzacja materiałów (str. 14-17) • Mówienie o mediach. Wyrażanie opinii na temat teorii spiskowych. Dobieranie nagłówków prasowych do wyjaśnień. • Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości. Pisanie artykułu z opisem wydarzenia. • Wypowiadanie się na temat kłamstw i kłamania. Używanie czasowników 'say' and 'tell'. • Słuchanie anegdot. Opowiadanie anegdot i historii z przeszłości. • Wyrażenia używane do opisywania dobrych i złych doświadczeń. Mówienie o pamiętnych momentach. Pisanie o najszczęśliwszych momentach. Praca z rysunkiem technicznym. Omawianie wymiarów i dokładności (str. 30-33) • Mówienie o problemach nastolatków i ich rodziców. Wyrażanie opinii na podstawie przeczytanego tekstu. • Wyrażanie przyszłości: czasy Present Continuous, going to, might. Pisanie wiadomości i robienie notatek. • Wyrażanie przyszłości (przypuszczenia): will, might, may, going to, likely to. Określenia czasu przyszłego, wyrażenia idiomatyczne. • Słuchanie o przewidywaniach na temat przyszłości komunikacji. Mówienie o tym, jak rzeczy zmienią się w przyszłości. Opisywanie różnych rodzajów problemów technicznych. Ocena i interpretacja awarii. (str. 38-41) • Czytanie opowiadania o nieporozumieniach. Radzenie sobie z nieporozumieniami. Rodzaje nieporozumień. Wyrażenia służące poproszeniu o parafrazowanie wypowiedzi. • Słuchanie rozmowy telefonicznej zawierającej nieporozumienie. Parafraza i relacjonowanie opowieści o nieporozumieniach. Odgrywanie sytuacji rozwiązywania nieporozumień. • Czytanie tekstu o milionerach. Czasowniki modalne: must, have to, should. • Dyskusja na temat cech potrzebnych do wykonywania danych zawodów. Odpowiadanie na pytania w ankiecie i omawianie wyników. • Czytanie o marzeniach z dzieciństwa. Czytanie ogłoszeń o pracę. Used to i would. Opisywanie przyczyn awarii. Omawianie napraw i przeglądów okresowych urządzeń. (str. 42-45) • Słuchanie wypowiedzi na temat niepowodzeń w wykonywanych zawodach. Mówienie o zwyczajach w przeszłości. Pisanie listu motywacyjnego. • Dochodzenie do porozumienia. Kolokacje z zakresu języka biznesowego. Wyrażanie opinii. Omawianie wymogów technicznych. Sugerowanie pomysłów i rozwiązań. (str. 46-49) • Słuchanie nagrania spotkania na którym podejmowane są decyzje. Kierowanie dyskusją. Uczestnictwo w spotkaniu i tworzenie biznesplanu. • Rozmowy w miejscu pracy; wyrażenia używane do opisywania czynności rutynowych. Opisywanie typowego dnia. • Czytanie artykułu na temat wpływu technologii na zmiany w świecie. Stopień wyższy i najwyższy przymiotnika. Słownictwo z zakresu technologii. • Mówienie o tym jak technologia zmieniła świat. Mówienie o różnych środkach transportu. Pisanie rozprawki. • Pytania rozłączne. Słowa używane w pytaniach. Słowotwórstwo: przymiotniki. • Słuchanie ludzi odpowiadających z zakresu wiedzy ogólnej. Test wiedzy ogólnej. Odpowiadanie na pytanie z zakresu specjalizacji studenta. • Uprzejme prośby. Problemy i ich rozwiązywanie. • Słuchanie rozmów na temat problemów technicznych. Odpowiadanie na prośby. Odgrywanie próśb i reakcji na nie. • Czytanie tekstu o podstawowych emocjach. Tryby warunkowe. Przymiotniki zakończone na -ing oraz -ed. Czasowniki złożone. • Słuchanie programu radiowego o terapiach. Mówienie o emocjach. Dyskusja na temat porad dla ludzi w różnych sytuacjach. • Drugi tryb warunkowy. Kolokacje czasowników z rzeczownikami. • Dyskusja na temat zachowania w różnych hipotetycznych sytuacjach. Pisanie listu z poradami. • Przekazywanie dobrych i złych wiadomości. Relacjonowanie wydarzeń na żywo. • Słuchanie rozmów podczas których ludzie otrzymują wiadomości. Przekazywanie i otrzymywanie wiadomości. Odgrywanie sytuacji przekazywania wiadomości. • Wyrażenia do opisywania dobrych i złych doświadczeń. Mówienie o pamiętnych momentach. Pisanie - najszczęśliwsze momenty w życiu. • Czytanie krótkiego wstępu do The Secret of Success. Porównaie czasów Present perfect simple i continuous. • Czasowniki modalne do wyrażania umiejętności. Czytanie tekstu biograficznego o człowieku z bardzo dobrą pamięcią. • Słuchanie rozmowy na temat pamięci. Mówienie o umiejętnościach. Pisanie streszczenia. • Doprecyzowanie opinii. Czytanie tekstu o kwalifikacjach. • Słuchanie dyskusji na temat inteligencji. Odnoszenie się do wcześniejszych wypowiedzi. Wybieranie odpowiedniego kandydata na stanowisko. Wyrażanie opinii i podawanie przykładów. • Czytanie bloga o sąsiadach. Przedimki. Określenia ilościowe. • Opisywanie sąsiedztwa i dyskutowanie w jaki sposób można by je ulepszyć. • Zdania zależne. Słownictwo związane z internetem. Czytanie recenzji strony internetowej. • Słuchanie opisów społeczności internetowych. Porównywanie czynności rzeczywistych i wirtualnych. Pisanie recenzji strony internetowej. • Witanie gości. Czytanie tekstu o tym jak być dobrym gościem. • Słuchanie ludzi opisujących doświadczenia z gośćmi/gospodarzami. Przyjmowanie przeprosin. Dyskutowanie trudnych sytuacji towarzyskich. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.	
Język angielski (B)	K_U05
• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słowotwórstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. Opisywanie funkcji i zastosowań rozwiązań technicznych. (str. 6-9) • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie. Inżynieria materiałowa. Opisywanie i kategoryzacja materiałów (str. 14-17) • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. Praca z rysunkiem technicznym. Omawianie wymiarów i dokładności (str. 30-33) • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne. • Quizy i konkursy Opisywanie reguł, zasad działania Uzyskiwanie informacji Czasowniki • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdoty. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. Opisywanie różnych rodzajów problemów technicznych. Ocena i interpretacja awarii. (str. 38-41) • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. Opisywanie przyczyn awarii. Omawianie napraw i przeglądów okresowych urządzeń. (str. 42-45) • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. Omawianie wymogów technicznych. Sugerowanie pomysłów i rozwiązań. (str. 46-49) • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słowotwórstwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne. • Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Grmatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji. • Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału". • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przestępstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyimkami. Przestępstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przestępstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.	
Jezyk francuski (A)	K_U05
• Zaimki pytające (inwersja prosta i złożona). • Wycieczka po Paryżu- redagowanie krótkich tekstów reklamowych. • Relacjonowanie wydarzeń z użyciem czasu le passé composé. • Zwroty i wyrażenia dotyczące opisu przeszłości. • Porównanie systemów edukacji w Polsce i we Francji; komentowanie danych liczbowych. • Prezentacja uczelni i kierunku studiów. • Czasy l'imparfait i le passé composé w opowiadaniu o minionych wakacjach. • Zaimki dopełnienia bliższego w różnych czasach i trybach. • Zaimki dopełnienia dalszego w różnych czasach i trybach. • Porównanie zalet i wad życia na wsi i w mieście; stopniowanie przymiotników. • Analiza ogłoszeń nieruchomości; tryb le conditionnel présent. • Zaimki dzierżawcze przymiotne i rzeczowne. • Formułowanie hipotez i opinii; formy bezosobowe czasowników. • Opis przedmiotu i rzeczy; miejsce przymiotnika w zdaniu. • Zaimki względne proste. • Słownictwo związane z zakupami, negocjowanie ceny. • Prace domowe, podział obowiązków w rodzinie. • Ulubiona potrawa- przygotowanie sondażu, komentowanie pisemne wyników sondażu. • Sposoby ubierania się w różnych sytuacjach, uroczystości rodzinne. • Zaimek względny dont. • Wyrażanie opinii własnej. • Środki transportu- porównania. • Biografia znanej osoby; czas le plus-que –parfait. • Rola mody w życiu- prezentacja opinii. • Zaimki dopełnienia bliższego i dalszego COD/COI w czasie przeszłym. • Uzgadnianie form imiesłowu czasu przeszłego z podmiotem i dopełnieniem bliższym. • Mowa zależna- zdania oznajmujące. • Wypadek samochodowy- wyrażanie przyczyny. • Relacje sąsiedzkie- opis osób. • Hipotezy na temat poszczególnych postaci z tekstu. • Wyrażanie własnej opinii na temat wspólnego mieszkania z innymi osobami. • Tryb „gérondif" jako wyrażenie równoczesności, sposobu, przyczyny. • Rozrywka i spędzanie czasu wolnego. • Pytania w mowie zależnej. • Zaimki względne złożone. • Prezentacja wybranego regionu Francji. • Strona czynna i bierna czasownika. • Recenzja z filmu. • Artykuł prasowy- użycie strony biernej. • Ogłoszenie o pracę, CV, list motywacyjny- analiza dokumentów. • Zwroty i wyrażenia w korespondencji administracyjnej- pisanie listu motywacyjnego. • Rozmowa kwalifikacyjna. • Praca studentów, nawiązywanie kontaktów zawodowych. • Tryb „subjonctif"- wprowadzenie. • Opowiadanie doświadczeń zawodowych. • Internet jako najpopularniejsze medium. • Czasy przyszłe: le futur proche/ le futur simple; zdanie warunkowe „si+présent+futur simple" • Plany na przyszłość. • Zdanie warunkowe « si+ imparfait+conditionnel présent » • Wyrażanie życzeń. • Przysłówki- tworzenie, miejsce w zdaniu. • List prywatny, odpowiedź na list prywatny.	
Język francuski (B)	K_U05
• Opowiadanie i relacjonowanie wydarzeń w czasie przeszłym. • Paryż jako stolica mody. • Miejsce zaimków COD/COI w różnych czasach. • Zawody zanikające i nowoczesne. • Prezentacja znanego projektanta mody. • Zaimki rzeczowne wskazujące i dzierżawcze. • Zaimki względne proste i złożone. • Strój ponadczasowy- jeans. • Skargi i rozwiązania problemów, udzielanie rad. • Wyrażanie przyczyny i skutku. • Tryb „subjonctif" w wyrażaniu celu. • Zasady ruchu drogowego- nakazy i zakazy. • Pytania w mowie zależnej. • Wybór zawodu, uzasadnienie wyboru. • Wyrażanie przyczyny. • Mieszkanie w kraju i za granica, argumentacja. • Symbole narodowe Polski i Francji. • „Le passé simple- czas literacki". • Porównania- różne style mieszkań, stopień wyższy przymiotników nieregularnych. • Rynek nieruchomości we Francji i w Polsce. • Wyrażanie przyzwolenia. • Emigracja i mobilność, wyrażanie opinii. • „Le savoir-vivre" zasady dobrego wychowania. • Wypada/ nie wypada podobieństwa i różnice w obyczajach polskich i francuskich. • Przeczenie- podsumowanie. • Wyrażanie zakazu. • Wyrażanie hipotezy. • Strona bierna w artykule prasowym. • Zmiany klimatyczne- słownictwo związane z ekologią. • Nasze zachowania ekologiczne. • Plany na przyszłość, wyrażenia czasowe. • Emeryci kiedyś i dziś; zmiany w zachowaniu i postrzeganiu seniorów. • Tworzenie przedsiębiorstwa- wizja rozwoju. • Wynalazki, które zrewolucjonizowały	

nasze życie. • Wyrażanie hipotezy i warunku. • Rozwiązania ekologiczne w skali miasta, regionu, kraju. • Przyjaciel idealny; stopień najwyższy przymiotnika. • Współcześni idole. • Prezentacja ulubionej postaci. • Pasje w naszym życiu. • Zgodność czasów w opowiadaniu. • Globalizacja, skutki pozytywne i negatywne. • Konstrukcje czasownikowe z bezokolicznikiem. • Wyrażanie sprzeciwu wobec propozycji. • Sztuka argumentacji w wystąpieniu. • Telefon komórkowy piekło czy raj? • Gdzie kończy się Europa?- informacje o Unii Europejskiej. • Czasowniki przydatne w argumentacji. • Spójność argumentacji- łączniki logiczne. • Transformacje zdań- wyrażanie związków logicznych. • Szkolnictwo wyższe- fakty i oczekiwania. • Prezentacja wybranego przedsiębiorstwa.

Język niemiecki (A)	K_U05

• Przyjaźń, spotkania, relacje międzyludzkie, pokrewieństwa. Deklinacja typu „n". • Opis osób, przedstawianie , charakterystyka typów zachowań, cechy charakteru. • Prezentacja sylwetki wybranej osoby. Rzeczowniki odprzymiotnikowe. • Magazyn czytelnika – spotkania klasowe po latach i znajdowanie kolegów przez internet, praca z tekstem. • Zawód i praca, miejsce pracy, przedstawienie wad i zalet. • Opis wydarzeń z przeszłości. Czas przeszły Präteritum czasowników regularnych, nieregularnych i mieszanych. • Sprawozdanie z odbytej praktyki, opinia o pracowniku. • Warunki i formy pracy, wymagania, kompetencje. • Praca z filmem – zawody, wykonywane czynności, warunki pracy. • Prezentacja własnych planów i zamiarów zawodowych. • Sytuacja mieszkaniowa, wywiad z pośrednikiem handlu nieruchomościami. Zaimek względny i zdanie względne • Analiza ofert i ogłoszeń, objaśnienie skrótów. Okoliczniki czasu. • Mieszkanie w Niemczech: teksty informacyjne, statystyki, wykresy. • Obsługa klienta, rozmowy telefoniczne. Wzorce reakcji językowych w poszczególnych sytuacjach. • Reklamacja ustna i pisemna. Zdania z „obwohl" i „trotzdem". • Schemat pisma formalnego, zestaw stosowanych zwrotów. • Zaproszenie na firmowe spotkanie promocyjne – praca z tekstem. • .Komputeryzacja życia codziennego, funkcje urządzeń pełnione obecnie i w przyszłości. • Wizje postępu technicznego w przyszłości. Czas przyszły Futur I. • Zastosowanie urządzeń elektronicznych w życiu prywatnym i zawodowym – prezentacja. • Praca z filmem – historia i rozwój przedsiębiorstwa, właściwości produktów i ich dystrybucja. • Zaproszenia prywatne i oficjalne. Spójnik warunkowy „falls". • Spotkanie biznesowe, reguły zachowań przy posiłkach i w sytuacjach towarzysko-służbowych. • Plany wakacyjne, wyrażanie życzeń, marzeń i zamiarów. Czasownik „sollen". • Media, rynek prasowy w Niemczech. • Charakterystyka wybranego czasopisma – prezentacja. • .Zakupy, wybór produktów, reakcja na sugestie i propozycje. Konstrukcje zdaniowe z „zu" przed bezokolicznikiem. • Prowadzenie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów. • Doradztwo w sprawach wyProwadzenie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów.boru zawodu, założenia firmy i pozyskiwania klientów. • Wybór zawodu, określanie własnych zdolności i umiejętności. Zdania przyczynowe. • Test wyboru zawodu i kompetencji socjalnych. Profile zatrudnienia. Zdania czasowe ze spójnikiem „bevor" i „während" • Opis osobowości i uzdolnień, wyrażanie opinii i przedstawianie wyników testu. • Miniprojekt - zawód a predyspozycje, słabe i mocne strony kandydata, rozmowa u doradcy. • Praca z filmem – historia i rozwój wydawnictwa Hueber, przedsiębiorstwo rodzinne i jego produkty. • Warunki pracy, koncepcja przedsiębiorstwa przyjaznego pracownikowi. Deklinacja i stopniowanie przymiotnika. • Unia Europejska, możliwości pracy w państwach unijnych, historia, rynek wewnętrzny i główne instytucje. • Zakaz palenia w miejscu pracy – formułowanie argumentów pro i kontra, wyrażanie opinii. Tryb rozkazujący. • IStruktura prezentacji, wzór, typowe zwroty. • Czynniki warunkujące dobre zatrudnienie, atrakcyjność przedsiębiorstwa. • Niewykorzystane szanse i możliwości. Zdania nierzeczywiste w przeszłości. • Relacje z doznanych niepowodzeń - audycja radiowa. Tryb przypuszczający KonjunktivII. • Telefon zaufania, rozmowy o zaistniałych sytuacjach. Struktury „wäre / hätte" + Partizip II. • Opis kontrowersyjnych wydarzeń, dyskusja i komentarz. • Wyrażanie rozczarowania i reakcja na nie – pisanie maila, praca z tekstem na blogu. • Sytuacje codzienne wywołujące uczucie szczęścia. Czas zaprzeszły Plusquamperfekt. • Wyrażanie emocji – środki językowe. • Podsumowanie minionego roku i pomyślnych wydarzeń. Zdania czasowe z „nachdem". • Praca z filmem – „ Nasz kawałek szczęścia " Historia rodziny, ważne dziedziny życia, przeżywanie powodzenia i satysfakcji. • .Imprezy, uroczystości, wydarzenia w miejscu pracy. • Początki pracy zawodowej. Speed-Dating, oczekiwania pracodawców. • Zestawienie świąt i wydarzeń. Zaproszenia pisemne na różne okazje. • Schemat maila i listu okolicznościowego, części składowe. Pisanie zaproszeń.

Język niemiecki (B)	K_U05

• Nowoczesne media komunikacyjne. Nawiązywanie kontaktów - Speed-Dating. • Określanie własnych umiejętności językowych - praca z filmem. Deklinacja przymiotnika po rodzajniku określonym, nieokreślonym i bez rodzajnika. • Kompetencje medialne, umiejętność twórczego wykorzystania internetowych zasobów w uczeniu się języka obcego, nawigowanie w sieci. Przysłówki czasu. • Biznesowe spotkania w nowym gronie, formy powitania, przedstawiania siebie i innych. • Strategie uczenia się języka obcego zawodowego. • Spotkania prywatne i służbowe. Partykuły modalne. • Planowanie i organizacja uroczystości. • Zaproszenia ustne i pisemne, uzgadnianie terminu spotkania. Rekcja czasowników. Przysłówki zaimkowe w pytaniach i odpowiedziach. • Praca z filmem - „Oktoberfest". • Planowanie i przygotowanie prezentacji. • Posiłek biznesowy, quiz ze znajomości etykiety. • Prezentacja, cechy dobrej prezentacji. • Przygotowanie prezentacji produktu. • Planowanie urlopu, oferty biur podróży. Przypuszczenia - czasownik „werden + wohl" + bezokolicznik • Zakwaterowanie, noclegi - ocena hotelu, opinie na stronie internetowej. Zdania względne, zaimki względne. • Komunikacja miejska w krajach niemieckojęzycznych. • Podróże i pojazdy przyszłości. Czas przyszły „Futur I". • Praca z filmem - podróże marzeń. • Organizacja konferencji, wybór hotelu, korespondencja służbowa. • Rynek mieszkaniowy, różne formy zamieszkiwania. Rzeczowniki złożone. • Wspólnota mieszkaniowa, akademik. Poszukiwanie mieszkania, ogłoszenia. Przyimki określenia czasu. • Pokój studencki, wyposażenie, opis funkcji poszczególnych mebli i przedmiotów. • Zamiana mieszkań na okres wakacji. Szyk wyrazów w zdaniu głównym. • Dom wielopokoleniowy. • Biuro, wyposażenie, przyjazny klimat. • Wspólnota mieszkaniowa ludzi biznesu, wady i zalety. • .Prezentowanie wykonywanego zawodu - praca z filmem. • Idealne miejsce pracy. Tryb przypuszczający. • Ogłoszenia o pracę, życiorys. • Różne metody poszukiwania pracy- Speed- Dating. Rady i wskazówki dla ubiegających się o pracę. Zdania z „damit" i „um...zu". • Podanie o pracę, udzielanie informacji na temat swojego wykształcenia i doświadczenia zawodowego. • Small-talk , wyrażanie opinii na temat wykonywanego zawodu - wady, zalety. • Sławni kompozytorzy i muzycy, notatka biograficzna. Przeczenia. • Style w muzyce, instrumenty muzyczne, zespoły muzyczne. • Festiwale i koncerty muzyczne w krajach niemieckojęzycznych, kalendarz imprez muzycznych. • Planowanie wspólnego wieczoru, zaproszenie na koncert, pisanie prywatnego maila. • Zespół „Rammstein" - prezentacja zespołu. Uzasadnianie wyboru. Zdania z „denn", „weil", „nämlich", „deshalb". • Niemiecka muzyka rockowa - praca z filmem. • Przygotowanie prezentacji na temat niemieckiej muzyki rockowej. • Gry planszowe, teleturnieje. Reguły ulubionych gier. Strona bierna. • Handel elektroniczny, sklep internetowy • Psychologia sprzedaży, interpretowanie zachowań odbiorcy działań marketingowych. Strona bierna z czasownikami modalnymi. • Przyzwyczajenia konsumentów podczas robienia zakupów, identyfikacja różnic w zachowaniu konsumentów. • Dyskusja na temat zakupów online - pozytywy, negatywy. • Zawartość portfela, konto bankowe, karty kredytowe. • Zdobywanie nowych umiejętności, podnoszenie kwalifikacji, oferty kursów, certyfikaty. Dopełniacz rzeczownika. • Zaawansowane techniki wyszukiwania informacji, systemy kształcenia na odległość, platformy edukacyjne. • Wyposażenie nowoczesnego laboratorium językowego. Przyimki określenia miejsca. • System kształcenia w Niemczech - forum dyskusyjne. • Zawody techniczne, obsługa i opis sprzętu technicznego, instrukcje obsługi. Przyimki z celownikiem i biernikiem. • Awarie i uszkodzenia urządzeń. Tryb rozkazujący. • Reklamacje - korespondencja mailowa.

Język rosyjski (A)	K_U05

• Sposoby zdrowego odżywiania się. • Zwyczaje ślubne w Polsce oraz w Rosji. • Święta rodzinne! Zdania współrzędnie złożone ze spójnikami а, и, но, или. • Czas wolny. Redagowanie krótkiej recenzji spektaklu/ filmu. • Środki masowego przekazu. Wyrażanie opinii n/t mass mediów i ich roli. • Internet czy gazety? • Zaimki wskazujące этот, эта, это, эти, тот, та, то, те. • Czasownik пользоваться (чем?). • Niepełnosprawni są wśród nas. • Leksyka oraz konstrukcje związane z problemami niepełnosprawnych. • Popularne zawody. Nazywanie popularnych zawodów w formie męskiej i żeńskiej. Zaimki przeczące никто, ничто, некто, нечто, никогда, некогда, никуда, некуда. • Obowiązki zawodowe. • Słownictwo służące do opisywania czynności związanych z wykonywaniem popularnych zawodów • Rozmowa o pracę. Udzielanie porad dotyczących wyboru zawodu oraz przygotowania się do rozmowy o pracę. • Rynek pracy w Moskwie. • Opisywanie zalet i wad niektórych zawodów. • Redagowanie ogłoszeń o pracę. • Praca za granicą. Plusy i minusy pracy za granicą. • Powtórzenie materiału. • Prowadzenie rozmowy n/t planów dotyczących przyszłości po ukończeniu studiów. • Studia w Polsce. • Nazwy uczelni i kierunków studiów; popularne skrótowce. • Słownictwo związane z formalnościami i warunkami przyjęcia na studia. • Studia w Rosji. • Rozwijanie skrótów nazw uczelni i kierunków studiów. • Uzasadnianie wyboru kierunku studiów. • Redagowanie e-maila i listu prywatnego • Życie studenckie. • Konstrukcja стать/быть/ работать (кем?). • Konstrukcja быть по профессии/по образованию (кем?). •Konstrukcja несмотря на то,что. • Wycieczki. • Opisywanie/planowanie /relacjonowanie przebiegu wycieczki zorganizowanej. • Redagowanie pytań dotyczących ofert wycieczek. • Obozy letnie. • Nazwy wyposażenia turystycznego. • Słownictwo związane z podróżowaniem pociągiem. • Rzeczownik путь. • Biuro turystyczne. • Redagowanie ulotek reklamowych wycieczek. • Redagowanie listu formalnego zawierającego określone informacje (reklamacja). • Turystyka w Polsce. • Nazywanie bazy noclegowej. • Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Turystyka w Rosji. • Pełne znaczenie skrótowców турбюро, турбаза, ж/д. • Czasowniki заказать, забронировать. • Wynajem mieszkania na lato. • Leksyka oraz konstrukcje stosowanie w ogłoszeniach o wynajmie mieszkań. • Czasowniki снимать, снять, сдать в аренду. • Biuro nieruchomości. • Opisywanie wyglądu pomieszczeń oraz ich wyposażenia na podstawie ilustracji. • Dom czy mieszkanie? Gdzie lepiej żyć? • Zdania bezpodmiotowe. • Powtórzenie materiału. • Nazwy elementów wyposażenia turystycznego. • Leksyka oraz konstrukcje związane z opisem mieszkania. • Korespondencja e-mailowa. •Redagowanie listu prywatnego n/t pechowego wyjazdu.• Leksyka stosowana w liście prywatnym. • Nasi sąsiedzi. • Imiesłowy przysłówkowe współczesne i uprzednie: tworzenie i zastosowanie. • Ziemia - nasza planeta. • Opisywanie i proponowanie różnych działań proekologicznych. • Prezentacja danych dotyczących biodegradacji niektórych przedmiotów codziennego użytku. • Chroń przyrodę. • Przeprowadzanie ankiety n/t działań na rzecz ochrony środowiska. • Przygotowanie i prezentacja referatu n/t zagrożeń środowiska. • Klęski żywiołowe. • Opisywanie klimatu i pogody. • Nazywanie i opisywanie klęsk żywiołowych. • Ekologiczny kryzys. • Opisywanie klimatu i pogody. • Nazywanie i opisywanie klęsk żywiołowych. • Kataklizmy. • Opisywanie czynności związanych z postępowaniem w sytuacji zagrożenia kataklizmem. • Forma prosta (słowotwórcza) stopnia najwyższego przymiotników. • Świat technologii. • Konstruowanie wypowiedzi dotyczących odkryć naukowych, nowinek technicznych, wyrażanie opinii na ich temat. • Słownictwo związane z korzystaniem z niektórych urządzeń technicznych. • Wynalazki XXI wieku. • Opisywanie technologii informacyjno-komunikacyjnych. • Opisywanie awarii. • Komputer i Internet. • Awarie. • Technika i my. • Nazywanie i opisywanie wynalazków. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Wszyscy jesteśmy równi. • Konstruowanie wypowiedzi n/t społecznych ról kobiet i mężczyzn. • Wyrażanie opinii n/t partnerstwa. • Leksyka i konstrukcje dotyczące równouprawnienia oraz społecznych ról kobiet i mężczyzn • Konflikt pokoleń. • Wyrażanie opinii o konflikcie pokoleń oraz słuszności niektórych nakazów i zakazów. • Młodzieżowe subkultury. • Czasowniki запрещать, запретить. • Zaimki względne каждый, всякий, любой. • Ważne daty w naszym życiu. • Określanie dat wydarzeń. • Liczebniki złożone • Towary i usługi. • Rozumienie tekstu czytanego : dialogi n/t awarii i naprawy przedmiotów codziennego użytku. • Wpływ reklamy na człowieka. • Opisywanie czynności związanych z reklamą. •Nazywanie i opisywanie usług. • Zakupy w Internecie. • Wypowiadanie się n/t zakupów internetowych. • Biernik liczby mnogiej rzeczowników żywotnych i nieżywotnych. • Wojna. • Wyrażanie opinii n/t służby wojskowej (w tym zawodowej oraz służby kobiet): dyskusja. • Słowa i wyrażenia związane z państwem, służbą wojskową, konfliktami oraz problemami wewnętrznymi i międzynarodowymi. • Dług obywatelski. • Rozumienie tekstu czytanego: relacjonowanie treści. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy socjalne. • Nazywanie i opisywanie wybranych problemów społecznych oraz proponowanie sposobów ich rozwiązania. • Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Człowiek i społeczeństwo. • Prowadzenie debaty n/t problemów bezrobocia i bezdomności oraz sposobów walki z nimi. • Konstrukcje czasowe z przyimkami за i через. • Mistrz i Małgorzata. • Relacjonowanie treści tekstu. • Elementy wiedzy o Rosji: życie i twórczość Michała Bułhakowa. • Mitologia słowiańska. • Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Domowoja : ducha domu. • Malarstwo rosyjskie. • Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t malarzy rosyjskich : Iwana Szyszkina i Wasilija Kandinskiego. • Federacja Rosyjska. • Słownictwo związane ze strukturą i ustrojem politycznym Federacji Rosyjskiej. • Rosja dzisiaj. • Rozumienie tekstu czytanego dotyczącego struktury i ustroju politycznego Federacji Rosyjskiej. • Polska w europie. • Rozumienie tekstu czytanego dotyczącego struktury i ustroju politycznego w Polsce.

Język rosyjski(B)	K_U05

• Wygląd zewnętrzny. • Nazywanie cech charakteru. • Pytanie o dane personalne. • Przetwarzanie i przekazywanie informacji. • Problemy etyczne. • Zaimki osobowe z przyimkiem lub bez niego. • Wyposażenie domu. • Czas teraźniejszy czasowników. • Rynek nieruchomości. • Rzeczowniki • Remont mieszkania. • Przymiotniki • Wymagania szkolne. • Czasowniki: учить, учиться, изучать • System oświaty w Polsce i w Rosji. • Wymagania szkolne. • Przyimki: в, на • Zawody i stanowiska. • Czynności związane z wykonywaniem różnych zawodów. • Praca zawodowa. • Opisywanie pracy dorywczej. • Opisywanie rynku pracy. • Czas teraźniejszy czasowników. • Nasze portfolio. • Redagowanie listu motywacyjnego. • Redagowanie CV. • Rzeczowniki. • Święta rodzinne. • Nazywanie i opisywanie świąt i uroczystości. • Zaimki dzierżawcze. • Członkowie rodziny, koledzy i przyjaciele. • Czas wolny i styl życia • Czasowniki zwrotne. • Stosunki między ludźmi. Przysłówki miejsca i kierunku. • Artykuły spożywcze. Nazywanie artykułów spożywczych. • Nazywanie opakowań produktów. • Lokale gastronomiczne. • Liczebniki 1,2,3,4 w połączeniu z rzeczownikiem i przymiotnikiem. • Opisywanie diet. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Zaimki wskazujące. • Tryb rozkazujący. • Usługi dla ludności. • Kupno i sprzedaż. Czasowniki купить/покупать. • Bank (środki płatnicze). Liczebniki główne. Rzeczownik рубль. • Towary. • Reklama. Przysłówki stopnia i miary. • Środki transportu Ciekawe miejsca w Rosji. • Opisywanie czynności związanych z podróżowaniem. • Nazywanie i opisywanie bazy noclegowej. • Rzeczowniki zakończone na -ий -ия, -ие. • Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Redagowanie blogu. • Dziedziny sztuki (film). • Gatunki filmowe. • Mass media. • Czas teraźniejszy czasowników. • Dyscypliny sportowe. • Obiekty sportowe. • Sportowcy. • Sprzęt sportowy. • Stopień wyższy przymiotników. • Zawody sportowe. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Opisywanie samopoczucia. • Nazywanie i opisywanie objawów chorób i sposobów ich leczenia. • Leczenie. • Przyimki w konstrukcjach określających czas i kierunek • Uzależnienia. • Tryb rozkazujący • Nazywanie podstawowych urządzeń technicznych. • Opisywanie czynności związanych z korzystaniem z podstawowych urządzeń technicznych. • Komputer i internet. Nazywanie elementów z dziedziny „Komputer i Internet". • Flora i fauna. • Nazywanie i opisywanie roślin i zwierząt. • Opisywanie krajobrazu. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękkotematowe. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękkotematowe. • Ekologia. • Opisywanie czynności związanych z ochroną środowiska naturalnego. • Rosja. Opisywanie struktury państwa. • Nazywanie urzędów. • Organizacje społeczne i międzynarodowe. • Czas teraźniejszy czasowników • Gospodarka narodowa. • Konflikty wewnętrzne i międzynarodowe • Życie społeczne. Zaimek себя. • Wyrażenie друг друга. • Konflikty międzynarodowe. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy socjalne. Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Konstrukcje czasowe z przyimkami

за и через. • Mistrz i Małgorzata. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje dotyczące życia i twórczości Michała Bułhakowa. • Mitologia. Informacje encyklopedyczne dotyczące wybranych zagadnień z mitologii słowiańskiej. • Wasilij Kandinskij. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Wasilija Kandinskiego. • Relacjonowanie treści tekstu. • Iwan Szukszyn. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Iwana Szyszkina • Relacjonowanie treści tekstu. • Bajki rosyjskie. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Święta w Rosji. Nazywanie i opisywanie świąt. • Święta w Polsce. Nazywanie i opisywanie świąt.

3.3. Płatowce

3.3.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	127 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	65 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.	13 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 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=1471&C=2019, które stanowią integralną część programu studiów.

3.3.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	■
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	■
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	■
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	■
Sumy za semestr: 1			**225**	**90**	**0**	**0**	**315**	**30**	**2**	**4**
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Informatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	■
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	■
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 2			**180**	**60**	**120**	**0**	**360**	**30**	**2**	**2**
3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	■
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	■
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	■
Sumy za semestr: 3			**210**	**165**	**75**	**0**	**450**	**30**	**3**	**3**
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	■
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	■
4	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	30	0	0	30	60	4	N	■
4	ML	Silniki lotnicze i kosmiczne	30	0	15	0	45	4	N	
4	MP	Techniki wytwarzania 1	15	0	15	0	30	2	N	
4	MG	Techniki wytwarzania 2	15	0	15	0	30	2	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wyposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
Sumy za semestr: 4			**195**	**105**	**105**	**30**	**435**	**30**	**2**	**3**
5	MA	Dynamika maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MD	Aerodynamika 2	15	15	0	0	30	3	N	
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	■
5	MC	Materiałoznawstwo lotnicze [A]	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Mechanika lotu 1	30	30	15	0	75	5	T	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	30	0	0	30	60	4	T	
5	ME	Praktyka produkcyjna	0	0	0	0	0	2	N	
5	MT	Technologia lotnicza	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Wytrzymałość konstrukcji lotniczych	30	15	0	15	60	5	T	
Sumy za semestr: 5			**195**	**90**	**60**	**45**	**390**	**30**	**3**	**1**
6	ML	Budowa silników lotniczych	30	15	15	0	60	4	T	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	

6	ML	Konstrukcja samolotu 1	30	15	15	0	60	5	N	
6	ML	Mechanika lotu 2	30	30	0	0	60	6	T	
6	ML	Metoda elementów skończonych	30	15	0	0	45	4	N	
6	MD	Śmigła	30	0	0	15	45	4	N	
6	MP	Technologia samolotu	15	0	15	15	45	4	N	
Sumy za semestr: 6			**165**	**105**	**45**	**30**	**345**	**30**	**3**	**1**
7	ML	Badania konstrukcji lotniczych	15	0	30	0	45	4	N	
7	ML	Eksploatacja statków latających	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Komputerowe wspomaganie projektowania samolotu	15	0	0	30	45	4	N	
7	ML	Konstrukcja samolotu 2	30	0	0	30	60	5	T	
7	ML	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
7	ML	Metody komputerowe-CAD w konstrukcji samolotów	0	0	0	45	45	4	N	
7	ML	Projektowanie samolotu	30	0	0	30	60	5	T	
7	MI	Wyposażenie samolotu	15	0	15	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 7			**120**	**0**	**90**	**135**	**345**	**30**	**2**	**0**
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	ML	Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	ML	Współczesne techniki projektowania i badania płatowców	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	
Sumy za semestr: 8			**90**	**30**	**0**	**90**	**210**	**30**	**0**	**0**
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			**1380**	**645**	**495**	**330**	**2850**	**240**	**17**	**14**

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. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.3.2. Mogą być wybierane przez studentów niezależnie od wyborów specjalności/ścieżki kształcenia.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Informatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	
4	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	30	0	0	30	60	4	N	
4	ML	Silniki lotnicze i kosmiczne	30	0	15	0	45	4	N	
4	MP	Techniki wytwarzania 1	15	0	15	0	30	2	N	
4	MG	Techniki wytwarzania 2	15	0	15	0	30	2	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wyposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
5	MA	Dynamika maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MB	Dynamika gazów	15	15	0	0	30	3	N	

5	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	5	N	
5	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	MC	Materiałoznawstwo lotnicze [B]	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Mechanika lotu 1	30	30	15	0	75	5	T	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	30	0	0	30	60	4	T	
5	ME	Praktyka produkcyjna	0	0	0	0	0	2	N	
5	MT	Technologia lotnicza	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Teoria silników lotniczych	30	15	15	0	60	5	T	
6	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	ML	Konstrukcja samolotów	15	0	15	0	30	3	N	
6	ML	Konstrukcja silników lotniczych 1	45	0	15	30	90	6	T	
6	ML	Metoda elementów skończonych	30	15	0	0	45	4	N	
6	MK	Przekładnie lotnicze	15	0	0	30	45	3	N	
6	MT	Technologia silników lotniczych	15	0	0	15	30	3	N	
6	ML	Teoria maszyn wirnikowych	30	15	0	15	60	5	T	
6	MD	Wymiana ciepła	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Badania silników lotniczych	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Eksploatacja statków latających	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Lotnicze silniki tłokowe	15	0	15	15	45	4	N	
7	ML	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
7	ML	Metody komputerowe - CAD w proj. silników	0	0	0	45	45	4	N	
7	MI	Osprzęt i sterowanie silnika	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Projektowanie silników lotniczych	30	0	0	45	75	6	T	
7	ML	Wytrzymałość maszyn wirnikowyvch	30	15	0	0	45	5	T	
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	ML	Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	ML	Współczesne techniki projektowania i badania silników lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	

3.3.4. 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 osiąganych 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	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	9
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	6
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	18 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	11 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	449.12 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	33 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	16 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	222 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	27
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	67.50 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	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	184.50 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	21
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	161.17 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=1471&C=2019

3.3.5. 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=1471&C=2019, które stanowią integralną część programu studiów.

Dynamika maszyn	K_W06, K_U08, K_K01
• Wiadomości wprowadzające. Pojęcia podstawowe. Mechanizmy, struktura, człony, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot. Praca kontrolna 1. • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich. Praca kontrolna 1. • Mechanizmy zębate, mechanizm planetarny, mechanizm różnicowy, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy, przykłady. Praca kontrolna 1. • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, model dynamiczny ruchu mechanizmu, nierównomierność pracy układu. Praca kontrolna 1. • Niewyrównoważenie mas jako przyczyna drgań mechanicznych. Wyrównoważanie mas mechanizmów z członami w ruchu obrotowym i ruchu dowolnym, przykłady. Praca kontrolna 1. • Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-nym stopniu swobody, dynamiczne równania ruchu, charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstotliwość. Przebieg ruchu na płaszczyźnie fazowej, drgania wzdłużne, skrętne i giętne, drgania swobodne tłumione, logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka częstotliwościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy, wymuszenie kinematyczne, przykłady. Praca kontrolna 2. • Wibroizolacja czynna i bierna, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania układu dyskretnego o 2-ch stopniach swobody, częstości własne, widmo częstości własnych, formy własne, drgania swobodne i wymuszone, strefy rezonansu, bezpieczne strefy pracy, tłumik dynamiczny drgań, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania samowzbudne, przykłady. Opis drgań samowzbudnych na przykładzie flatteru skrzydła samolotu. • Dynamika wirników i turbin. • Zaliczenie modułu.	

Aerodynamika 1	K_W07, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01
• Teoria profilu cienkiego: dekompozycja zagadnienia na opływ formy symetrycznej i szkieletowej. Systematyka profili NACA. Zagadnienie proste i odwrotne w teorii profilu cienkiego. Model „1/4-3/4" Weissingera-Pistolessiego. Modyfikacja teorii profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: klapa, slot, klapa szczelinowa. Wpływ ściśliwości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtla-Glauerta. • Profil o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu brzegowego do wyznaczania opływu profili pojedynczych i ich układów. Rodzaje warunków brzegowych: Dirichleta i Neumana. Przegląd metod panelowych wady i zalety. Wybrane metody obliczeniowe: liniowy rozkład wirów, stały rozkład dipoli. Wpływ ściśliwości: poprawka von Kármána-Tsiena • Warstwa warstwa przyścienna na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Metoda Heada dla turbulentnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jonesa dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Sterowanie cyrkulacją na profilu, efekt Coandy. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i oblodzenia na charakterystyki płata nośnego. • Płat o skończonym wydłużeniu I: Opis geometrii płata nośnego: definicja powierzchni nośnej, wydłużenie, średnia cięciwa aerodynamiczna. Teoria linii nośnej. Metoda Treftza-Glauerta. Kąt indukowany, odchylenie strug za skrzydłem. Opór indukowany. Współczynnik siły nośnej i współczynnik oporu indukowanego Cz, Cxi. Rozkład cyrkulacji zapewniający minimalny opór indukowany: twierdzenie Munka. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ziemi (ekranu) na charakterystyki aerodynamiczne płata, wpływ płata na usterzenie w układzie klasycznym. Uproszczone szacowanie wpływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmayra, funkcja Theodorsena, przeciągnięcie dynamiczne • Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową: zastosowanie pomiaru metody Jonesa do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profili lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z klapą szczelinową • Płat o skończonym wydłużeniu : pomiar wagowy siły nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termoanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej	
Aerodynamika 2	K_W11
• Aerodynamika małych prędkości: Teoria powierzchni nośnej i jej realizacja numeryczna: metoda siatki wirowej („vortex-lattice") Zastosowania metody siatki wirowej. Metody redukcji oporu indukowanego: winglety, płyty brzegowe, sharklety, kierownice strug. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ekranu na charakterystyki aerodynamiczne płata. Układy wielopłatowe: dwupłat, kaczka, układ klasyczny: wpływ płata na usterzenie. Zarys teorii skrzydeł małym wydłużeniu, nośność wirowa. Skrzydło pasmowe: porównanie z płatem klasycznym. Uogólniona metoda siatki wirowej (GVLM). Informacja o metodach panelowych dla konfiguracji trójwymiarowych. • Przepływy ściśliwe I: Jednowymiarowe przepływy izentropowe. Równanie ciągłości dla jednowymiarowego przepływu ściśliwego. Równanie Bernoulliego dla przepływów izentropowych. Zależności pomiędzy parametrami krytycznymi i spiętrzenia a parametrami przepływu. Przepływ czynnika ściśliwego przez kanały. Przekrój krytyczny. Klasyfikacja przepływów: przepływy podkrytyczne i nadkrytyczne. Dysza de Lavala. Prędkość wypływu z dyszy. Stany pracy dyszy. Ciąg silnika rakietowego. Pomiar prędkości przepływu z uwzględnieniem ściśliwości. Liczby: Macha i de Lavala. Związek między nimi. Pomiar prędkości sondą zakresie poddźwiękowym. • Przepływy ściśliwe II:Pełne Równanie ściśliwego przepływu potencjalnego . Przepływy naddźwiękowe. Równanie przepływu potencjalnego dla ośrodka ściśliwego. Epicykloidy Busemanna. Zastosowanie metody charakterystyk do analizy przepływu wokół konturów wypukłych Linearyzacja równania potencjału. Przekształcenie afiniczne. Poprawka Prandtla-Glauerta. Krytyczna liczba Macha dla profilu. Wpływ ściśliwości na charakterystyki aerodynamiczne profilu i płata w zakresie przepływów podkrytycznych i transonicznych. Poprawka von Kármána-Tsiena. • Przepływy ściśliwe III: Fale uderzeniowe. Warunki powstawania skośnych fal uderzeniowych. Zasady zachowania w zastosowaniu do fal uderzeniowych. Biegunowe fal uderzeniowych. Wyznaczanie parametrów za falą uderzeniową. Fale silne i słabe: związek fal słabych z charakterystykami. Fala związana i fala odsunięta. Oddziaływanie fal uderzeniowych tej samej rodziny. Opływ profilu naddźwiękowego. Opór falowy. Oddziaływanie fal uderzeniowych z charakterystykami. Prostopadła fala uderzeniowa. Wloty naddźwiękowe. Pomiar prędkości przepływu w zakresie naddźwiękowym. Naddźwiękowe i transoniczne tunele aerodynamiczne. Techniniki pomiarowe dla przepływów naddźwiękowych. Metoda smugowa: "Schlieren" • Przepływy ściśliwe IV: Zlinearyzowane przepływy naddźwiękowe. Linearyzacja równania Bernoulliego dla ośrodka ściśliwego. Rozkłady ciśnienia na profilu. Wzory Ackereta. Teoria cienkiego płata o skończonym wydłużeniu. Naddźwiękowa i poddźwiękowa krawędź natarcia. Strefy wpływu. Dekompozycja opływu płata na opływ szkieletowej i formy symetrycznej. Opływ bryły osiowosymetrycznej strumieniem naddźwiękowym. Opór falowy. Reguła równoważności Oswaitisha-Kuene-Warda. „Reguła pól" Whitcomba. Bryła o minimalnym oporze falowym. • Przepływy ściśliwe V: Przepływy hipersoniczne: Hipersoniczna fala uderzeniowa. Warstwa uderzeniowa. Teoria Newtona-Leesa dla przepływów hipersonicznych. Aerodynamiczne nagrzewanie ciał. Układy aerodynamiczne hipersonicznych obiektów latających.	
Badania konstrukcji lotniczych	K_W06, K_W11, K_W12, K_U15, K_K04
• PRÓBY PŁATOWCA 1. Etapy życia konstrukcji lotniczej, klasyfikacja prób płatowca. 2. Przepisy budowy i badania konstrukcji lotniczych, organizacja prób. 3. Niwelacja płatowca i stabilizacja powierzchni ruchomych. 4. Naziemne próby stanowiskowe - próby sztywnościowe, statyczne, zmęczeniowe, rezonansowe. 5. Próby w locie. • STATYKA MODELOWA 1. Modelowanie i symulacje. 2. Podobieństwo i analiza wymiarowa. 3. Kryteria podobieństwa w mechanice. • DOŚWIADCZALNE METODY ANALIZY NAPRĘŻEŃ I ODKSZTAŁCEŃ 1. Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia. 2. Tensometria. 3. Metody światła spolaryzowanego. 4. Inne metody.	
BHP i ergonomia	K_W14, K_U10
• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Budowa i projektowanie obiektów latających	K_W11, K_W12, K_U01, K_K04
• Ogólne wprowadzenie do zagadnień Lotnictwa, uwarunkowania fizyczne, techniczne, ekonomiczne i prawne • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu, • Zespoły napędowe • Podstawowe osiągi w locie • organizacja procesu projektowania, uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie). • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie. • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne. Model masowy samolotu: nomenklatura i zasady szacowania masy. • Ogólne informacje o przepisach budowy samolotów i instytucjach nadzoru lotniczego, Normowanie obciążeń samolotu: zasady ogólne wyznaczania obciążeń i podstawowe typy obciążeń w locie i na ziemi • Przegląd układów konstrukcyjnych samolotów i typów struktur nośnych (kratownicowych, półskorupowych i skorupowych) • Schematy konstrukcyjne: płatów, kadłubów, usterzeń, podwozi i płatowcowych elementów zespołów napędowych. • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne.	
Budowa silników lotniczych	K_W07, K_W08, K_W09, K_W14, K_U02, K_U07, K_U08, K_U09, K_U12, K_U13, K_U15, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04
• . Lotnicze silniki tłokowe – kryteria klasyfikacji. Silniki rzędowe, przeciwsobne („boxer"), gwiazdowe, widlaste. Obiegi porównawcze silników (Otto, Diesla, Sabathe'a- Sieligera). Silniki czterosuwowe i dwusuwowe. Silnik doładowany(wysokościowy) i niedoładowany. Wyznaczanie parametrów obiegu porównawczego silnika tłokowego. Prognozowanie charakterystyki silnika. Charakterystyki zewnętrzne silnika tłokowego. Charakterystyka śmigłowa. • Zasadnicze elementy konstrukcyjne silnika z zapłonem iskrowym i wysokoprężnego (kadłub, tłok, mechanizm korbowy, układ zapłonowy, układ zasilania mi smarowania, mechanizm rozrządu, zawory, układ dolotowy i wylotowy). Procesy spalania w komorze silnika z zapłonem iskrowym i samoczynnym. Aspekty ekologiczne w eksploatacji silnika tłokowego. Regulacja i sterowanie pracą silnika spalinowego. Rozruch silnika lotniczego. Doładowanie silników – systemy doładowania, granice możliwości doładowania. • Silniki przepływowe. Kryteria klasyfikacji i podział silników przepływowych. Silniki jednoprzepływowe i dwuprzepływowe. Dopalacz i sposoby zwiększania ciągu. Parametry jednostkowe silnika przepływowego. • Silniki odrzutowe i śmigłowe. Obieg porównawczy silnika odrzutowego. Przykład obliczeniowy. Rozkład parametrów cieplno-przepływowych w kanale przepływowym silnika. Charakterystyki wysokościowe i prędkościowe silnika odrzutowego. • Zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego i śmigłowego (śmigłowcowego). Funkcja i zadania wlotu powietrza. Podział sprężarek lotniczych i zasada działania. Komora spalania- organizacja procesów spalania w komorze. • Turbina osiowa – procesy cieplne. Chłodzenie turbin. Dysza wylotowa – rozprężanie zupełne i niezupełne. Systemy zasilania paliwem. Wały silników odrzutowych. Konstrukcje bębnowe i tarczowe – zalety i wady. Łożyska toczne i ich dobór. Systemy smarowania silników. Odpylanie powietrza wlotowego silników. Sposoby mocowania silnika do płatowca. • Przegląd wybranych konstrukcji. Systemy eksploatacji silników lotniczych. Awarie silników lotniczych i sposoby ich zapobiegania. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych • 1. Wyznaczanie przebiegu ciśnienia w cylindrze silnika tłokowego 2. Określenie głównych wymiarów silnika 3. Kinematyka mechanizmu korbowego 4. Dobór parametrów obiegu porównawczego silnika jednoprzepływowego i wyznaczanie ciągu jednostkowego silnika jednoprzepływowego 5. Wymiarowanie silnika jednoprzepływowego 6. Wyznaczanie obciążeń zespołów konstrukcyjnych w silniku jednoprzepływowym • 1. Rysunki konstrukcyjne silników tłokowych. 2. Zdejmowanie charakterystyki mocy silnika tłokowego 3. Rysunki konstrukcyjne silników odrzutowych, śmigłowych i śmigłowcowych 4. Dokumentacja silnika turbinowego jednoprzepływowego i śmigłowcowego - zapoznanie 5. Rozruch silnika turbinowego (modelarskiego), zdejmowanie charakterystyki obrotowej	
Egzamin inżynierski	K_W12, K_U08, K_K03
• Egzamin pisemny	
Ekonomia	K_W14, K_W15, K_U01, K_U11, K_K05
• Wprowadzenie do ekonomii (zarys myśli ekonomicznej, podstawowe pojęcia, zasady i założenia analizy mikroekonomicznej, miejsce ekonomii w systemie nauk społecznych i związki z innymi dyscyplinami nauki). Wprowadzenie do mikroekonomii. • Model gospodarki rynkowej (instytucje, produktywność, sprawność, podmioty, zasoby i strumienie w systemie gospodarczym; rynek - klasyfikacje i zasady funkcjonowania). • Popyt (prawo popytu, wyjątki, determinanty, elastyczność popytu), podaż (prawo podaży, wyjątki, determinanty, elastyczność podaży), równowaga rynkowa w krótkim, średnim i długim okresie, wpływ cen regulowanych na rynek, model pajęczyny. • Teoria wyboru konsumenta (funkcjonowanie gospodarstw domowych, użyteczność, I i II prawo Gossena, renta konsumenta Marshalla, równowaga konsumenta). • Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa (wprowadzenie do teorii przedsiębiorstwa, podstawowe definicje, klasyfikacje i procesy). • Funkcja produkcji w krótkim i długim okresie, efekty skali, wybór optymalnej technologii. • Instrumenty zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie, funkcja kosztów w długim i krótkim okresie, zagadnienie kosztów a płynność finansowa. • Konkurencja doskonała a konkurencja monopolistyczna. • Konkurencja ograniczona - monopol i oligopol. • Wprowadzenie do makroekonomii, podstawowe zjawiska i problemy makroekonomiczne. • Rozwój systemów gospodarczych, wzrost gospodarczy - pomiar i uwarunkowania produktu i dochodu narodowego oraz jego determinanty, koniunktura gospodarcza (cykle) oraz rola inwestycji w gospodarce, analiza sytuacji w Europie i na świecie. • Znaczenie sektora finansów publicznych, organizacja SFP (podsektory), wpływ polityki fiskalnej na dochód narodowy, rola państwa w gospodarce, budżet jako narzędzie oddziaływania na gospodarkę, zagadnienie deficytu budżetowego i długu publicznego, wpływ pomocy publicznej (w tym ze środków UE) na rozwój podmiotów gospodarki narodowej, analiza sytuacji w Europie. • Rozwój systemu pieniężnego, rola pieniądza w gospodarce, pieniądz sensu stricte i sensu largo, popyt na pieniądz, podaż pieniądza i mechanizmy jego kreacji, ilościowa teoria pieniądza, agregaty pieniądza. • System bankowy państwa, rola banku centralnego i polityki monetarnej, narzędzia polityki monetarnej, rynek międzybankowy oraz działalność banków komercyjnych. • Zjawisko inflacji oraz jej skutki społeczne i ekonomiczne, popytowe i podażowe przyczyny inflacji, pomiar zjawisk inflacyjnych - wskaźniki inflacji, analiza sytuacji w Europie, polityka antyinflacyjna. • Rynek pracy, polityka zatrudnienia, znaczenie kompetencji oraz procesów demograficznych, elastyczność rynku pracy, bezrobocie jako problem ekonomiczno-społeczny. • Międzynarodowe relacje gospodarcze, rynek walutowy, bilans płatniczy, jednolity rynek Unii Europejskiej i jego znaczenie dla rozwoju państw członkowskich, w tym rozwijających się. Rola Unii Europejskiej w gospodarce globalnej.	
Eksploatacja statków latających	K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K02, K_K05
• Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej • Terminologia z zakresu eksploatacji • Problemy eksploatacyjne techniki lotniczej • Ocena właściwości eksploatacyjnej pojedynczego elementu • Analiza właściwości eksploatacyjnych złożonych systemów technicznych • Organizacja systemu transportowego • Systemy bezpieczeństwa lotów • Badania eksploatacyjne statków powietrznych • Organizacja procesu obsługi naziemnej statku powietrznego • Procedury przygotowania do lotu statku powietrznego • Procedury przeglądu statku powietrznego po locie	
Fizyka 1	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04

• Elementy mechaniki klasycznej:Zasady dynamiki Newtona. Zasady zachowania: energii, pędu, momentu pędu. Mechanika brył sztywnych. • Elementy szczególnej teorii względności: zasada względności, koncepcja czasu i przestrzeni, czasoprzestrzeń, geometria czasoprzestrzeni. Transformacje Lorentza. Kinematyka i dynamika relatywistyczna. • Pole elektromagnetyczne. Oddziaływanie ładunków w ruchu. Fale elektromagnetyczne. • Optyka geometryczna i falowa. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. • Elementy wibroakustyki. Drgania harmoniczne proste, tłumione i wymuszone. Pełny zakres częstotliwości fal sprężystych; infradźwięki, dźwięki, ultradźwięki, hiperdźwięki. Właściwości fizyczne ultradźwięków, zastosowania w technice. Obszar słyszalności, poziom ciśnienia akustycznego. Hałas. Ochrona środowiska . • Elementy optyki. Optyka geometryczna, optyka falowa. Zastosowania w technice. • Przenikanie się i wzajemna stymulacja fizyki i techniki.

Fizyka 2	K_W02, K_U08

• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Reguła faz Gibbsa, wyznaczanie ilości stopni swobody • Wykresy fazowe stopów dwuskładnikowych z przemianą eutektyczną i perytektyczną • Wykresy fazowe stopów trójskładnikowych. • Nadprzewodnictwo • Zajęcia organizacyjne • przepływ ciepła w metalach i stopach - pomiar przewodnictwa cieplnego • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe w metalach i stopach • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Widma atomowe • Zajęcia zaliczeniowe

Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	K_W05, K_U12, K_K04

• Przedmiot, cel i zakres geometrii wykreślnej. Elementy podstawowe w geometrii wykreślnej i podstawowe pojęcia. Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przybależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur z płaszczyzny rzutującej. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w ośmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Punkt przebicia wielościanu prostą. Przenikanie wielościanów. • Powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. • Widoki, przekroje i kłady przedmiotów. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Rysunki wykonawcze części maszyn. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Praca kontrolna: pismo techniczne. • Sprawdzian: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. • Sprawdzian: rzuty prostokątne. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna: przenikanie brył. • Sprawdzian: przekroje proste. Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Uzupełnienie dokumentacji studenta.

Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	K_W05, K_U12, K_K01

• Zastosowanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Przypomienie wiadomości o tolerancjach geometrycznych, pasowaniach i chropowatości powierzchni. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elekroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złozeniowe • Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Przekroje złożone: na podstawie rysunku asonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych wraz z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: tuleja, wał, koło zębate, pokrywa, wspornik. • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji.

Historia techniki lotniczej	K_W12

• Epoka pierwszych wzlotów balonowych. Pionierzy aerostatów. Bracia Montgolfier, Alberto Santos-Dumont. Początki techniki sterowców. Wykorzystanie wczesnych silników spalinowych do napędu aerostatów. • Rozwój techniki sterowcowej. Sterowce szkieletowe hrabiego Zeppelina - struktura sterowców. Wykorzystanie duraluminium w konstrukcjach sterowców • Właściwości profilu aerodynamicznego, zasada działania skrzydła, podstawowe wielkości aerodynamiczne, lot ślizgowy. Biegunowa profilu, skrzydła, samolotu. Projekty statków powietrznych epoki wczesnopionierskiej. • Pierwsze loty ślizgowe. Szybowce Otto Lilienthalla. Pierwsze loty silnikowe: samoloty braci Wright • Zasady silnikowego lotu horyzontalnego. Stateczność statyczna, zapas stateczności. Samoloty epoki pionierskiej. Alberto Santos-Dumont, Henry Farman, Louis Bleriot. Pierwsze przeloty rekordowe • Zasada działania sterów i lotek. Urządzenia zmieniające właściwości aerodynamiczne skrzydła. Polskie konstrukcje lotnicze ery pionierskiej • Lotnictwo wojskowe I Wojny Światowej. Rozwój konstrukcji lotniczych - pierwsze struktury półskorupowe i skorupowe. Lotnice silniki spalinowe okresu I WS. Sylwetki lotników: Manfred von Richthoffen, Albert Ball, Rene Fonck, Ostwald Boelcke, Charles Nungesser • Rozwój lotnictwa komunikacyjnego okresu międzywojennego. Wielkie przeloty rekordowe. Wyścig Londyn-Melbourne. • Podstawowe zagadnienia wytrzymałości konstrukcji. Rodzaje struktur lotniczych i sposoby przenoszenia obciążeń Początki wielkich koncernów lotniczych: Boeing, Douglas. Pierwsze konstrukcje lotnicze o cienkościennych pokryciach pracujących • Konstrukcje lotnicze II Wojny Światowej. Pierwsze napędy odrzutowe. Polskie konstrukcje lotnicze wykorzystane w wojnie obronnej. Rozwój silników spalinowych: sławne konstrukcje (Junkers, BMW, Rolls-Royce, Alisson, Wright) Sylwetki sławnych lotników • Projekty lotnicze końcowego etapu wojny i ich wykorzystanie w okresie powojennym. Rozwój napędów odrzutowych, samoloty użyte podczas konfliktu w Korei. Rozwój samolotów komunikacyjnych okresu powojennego. Pierwsze konstrukcje pasażerskie z napędem odrzutowym. • Początki zastosowania kompozytów w lotnictwie. Konstrukcje militarne do zadań specjalnych: samoloty U-2 i Lockheed Blackbird. Przegląd wojskowych konstrukcji powojennych, do czasów współczesnych • Początki techniki rakietowej. Zasady lotu orbitalnego, prędkości kosmiczne. Zarys historii lotów kosmicznych • Zajęcia seminaryjne - referaty na tematy uzgodnione z prowadzącym, z zakresu historii lotnictwa i techniki lotniczej

Informatyka	K_W03, K_U02, K_U06, K_U17, K_K01, K_K04

• Przypomnienie wiadomości z Technologii informacyjnej. Programowanie proceduralne w języku C++. Przekazywanie tablic (jedno- i dwuwymiarowych) do funkcji. Funkcje rekurencyjne. Funkcje biblioteczne. • Szablony funkcji. Struktury. Definicja typów strukturowych. Tworzenie zmiennych strukturowych. Odwołanie do składników struktur. Unie. • Pliki tekstowe i nietekstowe (binarne). Zmienne plikowe - strumienie. Operacje na plikach: tryb tekstowy i nietekstowy, otwieranie i zamykanie plików, zmiana wskaźnika danych pliku, odczyt i zapis ciągów znaków i bloków bajtów. Wykorzystanie funkcji biblioteki fstream. • Podstawy programowania zorientowanego obiektowo. Definicja typów (klas) obiektowych. Enkapsulacja: specyfikacja dostępu do składników. Tworzenie zmiennych obiektowych. Odwołanie do składników (danych i metod) obiektów. • Programowanie zorientowane obiektowo. Dziedziczenie. Polimorfizm, funkcje wirtualne. • Kolokwium zaliczeniowe wykładu. • Zasady tworzenia programów w środowisku C++. Pierwsze programy: instrukcja przypisania, operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne, wprowadzanie i wyprowadzanie danych, formatowanie operacji we/wy. Programy wykorzystujące instrukcje warunkowe: if, switch. • Instrukcje iteracyjne for, while, do-while. Rejestracja danych w pętli, wyznaczanie wartości ekstremalnych, obliczanie parametrów statystycznych zarejestrowanych danych. Obliczanie n! przy pomocy wybranej (przez menu z instrukcją switch) instrukcji iteracyjnej, szukanie NWP dwóch liczb całkowitych. Tablicowanie wybranej funkcji jednej zmiennej. Wyznaczanie miejsca zerowego funkcji jednej zmiennej przy pomocy metody bisekcji. • Tablice jednowymiarowe (wektory). Szukanie wartości ekstremalnych, wyznaczanie parametrów statystycznych, obliczanie iloczynu skalarnego wektorów. Generowanie nowego wektora na bazie zadanych (dwóch) wektorów. Zamiana miejscami wybranych elementów w wektorze (np. zamiana parami, odwracanie kolejności). • Tablice dwuwymiarowe (macierze). Iloczyn skalarny wiersza i kolumny macierzy zgodnych, mnożenie macierzy. Sumowanie wybranych elementów (wierszy, kolumn, obszarów) macierzy. Wyznaczanie wektora z elementów odpowiednich wierszy (kolumn) macierzy. • Kolokwium I. • Programowanie proceduralne - podprogramy. Funkcja wykorzystująca wszystkie sposoby przekazywania parametrów (przez wartość, wskaźnik, referencję) i zwracająca kod błędu. Funkcje wywoływane w pętli. • Funkcje operujące na tablicach jedno- i dwuwymiarowych. Funkcja do sortowania wektora. Funkcja do wyszukiwania binarnego zadanej wartości w posortowanym wektorze. Wykorzystanie funkcji do operacji na wektorach w postaci wierszy macierzy. Struktury: liczby zespolone, tablice których elementami są struktury. • Odczyt i zapis danych w plikach tekstowych i nietekstowych (wyznaczanie parametrów statystycznych danych liczbowych zapisanych w pliku, wyszukiwanie danych według zadanego kryterium). Projekt systemu zarządzania bazą danych (np. osobowych) zapisanych w pliku. • Kolokwium II. • Programowanie zorientowane obiektowo.

Komputerowe wspomaganie projektowania samolotu	K_W06, K_W08, K_W10, K_U01, K_U03, K_K01, K_K04

• Wprowadzenie. Metody numeryczne w budowie i projektowaniu konstrukcji lotniczych. • Model samolotu, rodzaje modeli stosowanych w projektowaniu samolotu, model topologiczny, wybór układu samolotu, modele parametryczne. • Modelowanie konstrukcji - wykorzystanie technik MES. Modelowanie charakterystyk masowych samolotu. • Modelowanie charakterystyk aerodynamicznych. Wykorzystanie technik CFD. • Modelowanie charakterystyk zespołu napędowego. Wybór i optymalizacja zespołu napędowego. • Modelowanie charakterystyk osiągowych. Model misji. Optymalizacja charakterystyk operacyjnych samolotu. • Wykorzystanie modeli obliczeniowych w procesie projektowania samolotu. Techniki MDO oraz optymalizacji multikryterialnej. • Wprowadzenie. Omówienie możliwości wykorzystania komputerów w projektowaniu technicznym. • Metody wyznaczania charakterystyk aerodynamicznych skrzydła. Zastosowanie metody panelowej. Zastosowanie programu TORNADO. • Metody wyznaczania charakterystyk aerodynamicznych skrzydła. Zastosowanie metody linii nośnej. • Metody wyznaczania charakterystyk aerodynamicznych profilu lotniczego. Wykorzystanie programów XFOIL oraz XFLR 4. • Modelowanie CAD. Modele bryłowe wybranych elementów płatowca. • Modelowanie CAD. Modelowanie powierzchniowe powłoki skrzydła. • Model obliczeniowy samolotu. Sposoby opisu geometrii, charakterystyk aerodynamicznych, masowych oraz osiągowych samolotu. • Metody optymalizacji stosowane w projektowaniu samolotu: metody losowe oraz systematycznego przeszukiwania. Algorytmy obliczeniowe oraz przykładowe realizacje numeryczne.

Konstrukcja samolotu 1	K_W02, K_W06, K_U01, K_U04, K_K02

• Projekt samolotu - wymagania klienta, możliwości projektanta i producenta, ograniczenia środowiskowe i formalne. • Źródła obciążeń. Rodzaje obciążeń. Trójkąt sił Collara. • Przepisy budowy płatowców. • Filozofie projektowania konstrukcji oraz wynikające z nich sposoby eksploatacji. • Obciążenia stochastyczne w turbulentnej atmosferze. • Elementy mechaniki pękania. • Drgania konstrukcji. Zagadnienia aeroelastyczne. • Flatter konstrukcji. • Zaliczenie treści wykładów. Sprawdzian z zadań rachunkowych. Prezentacja wyników zajęć laboratoryjnych. • Współczynnik obciążenia w manewrze ustalonym. Obwiednia obciążeń manewrowych. Zakręt. • Współczynnik obciążeń w manewrze nieustalonym. Współczynnik obciążeń od podmuchu. • Atmosfera wzorcowa. Redukcja osiągów. Obwiednia osiągów. • Obciążenia na ziemi. Lądowanie. • Cykliczne obciążenia w locie i na ziemi. Wytrzymałość zmęczeniowa. • Dwuwymiarowe zagadnienia aeroelastyczności. • Dane statystyczne samolotów. • Zakręt, przeciągnięcie i przepadnięcie. • Profil misji i spektrum obciążeń.

Konstrukcja samolotu 2	K_W06, K_U06, K_K02

• Podstawowe układy konstrukcyjne samolotów. • Schematy ogólne struktur nośnych i ich związek z obciążeniami • Schematy struktur nośnych i ich związek z obciążeniami - skrzydła (proste, skośne, elementy mechanizacji) • Schematy struktur nośnych i ich związek z obciążeniami - kadłub (hermetyzacja, podłogi nośne, rampy i drzwi ładunkowe), • Schematy struktur nośnych i ich związek z obciążeniami - usterzenia (poziome, pionowe, usterzenia nieklasyczne), • Podwozia (stałe i chowane, systemy chowania, amortyzatory, hamulce) • Zespół napędowy (zawieszenia silników, osłony, urządzenia wlotowe i wylotowych, śmigła) • Mechaniczne układy sterowania (w kabinie pilota, sterów, lotek, klap, podwozia, zespołu napędowego) • Ogólne informacje o instalacjach energetycznych samolotu (elektrycznej, hydraulicznej, pneumatycznej) • Instalacje zespołu napędowego (paliwowa, zbiorniki paliwa, odwracania ciągu, dopalania). • Materiały konstrukcyjne i metody łączenia • Zajęcia wprowadzające, Cel i forma pracy projektowej • Elementy konstrukcji skrzydła dzwigarowego • Elementy konstrukcji skrzydła półskorupowego •

Elementy mechanizacji płata • Elementy kadłuba • Elementy usterzenia poziomego • Elementy usterzenia pionowego • Podwozie stałe • Podwozie chowane

Matematyka 1	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Elementy logiki matematycznej, funktory i kwantyfikatory. Zasada indukcji matematycznej. Równania i nierówności wymierne i wielomianowe, schemat Hornera, wykresy funkcji liniowych, wielomianowych, wymiernych, prostych funkcji niewymiernych (przypomnienie). Przegląd funkcji elementarnych: funkcje trygonometryczne, cyklometryczne (arcsin(x) i arctg(x)), wykładniczych i logarytmicznych. Równania i nierówności trygonometryczne, wykładnicze i logarytmiczne. Składanie funkcji. • Liczby zespolone, postać algebraiczna i trygonometryczna, wielomiany zespolone, przykłady pierwiastków zespolonych, Zasadnicze Twierdzenie Algebry. • Ciągi liczbowe (rzeczywiste i zespolone), granica ciągu. Szeregi liczbowe, zbieżność szeregów. Szeregi potęgowe. Przykłady funkcji zespolonych wyrażone szeregami, funkcja wykładnicza, trygonometryczne, wymierne, logarytm zespolony. Granica funkcji, ciągłość funkcji rzeczywistej. • Pochodna funkcji, wyznaczanie pochodnych, funkcje złożone i ich pochodne. Zastosowania pochodnych: reguła d'Hospitala, styczne do wykresu, monotoniczność funkcji, ekstrema lokalne funkcji. Wykres funkcji. • Geometria analityczna na płaszczyźnie. Działania na wektorach, prosta, okrąg, krzywe stożkowe. Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej – działania na wektorach, iloczyn skalarny i wektorowy. równanie prostej, płaszczyzny, przykłady powierzchni opisywanych równaniami stopnia 2-go (walec, paraboloida, stożek ...). Krzywa w przestrzeni opisana równaniami parametrycznymi. • Macierze, działania na macierzach (dodawanie, mnożenie przez liczbę, mnożenie macierzy, wyznaczniki, Twierdzenie Sarrusa, Twierdzenie Laplace'a, własności wyznacznika, wartości własne macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych. • Funkcje wielu zmiennych, powierzchnie jako wykres funkcji (płaszczyzna, paraboloida, sfera, walec). Pochodne cząstkowe, ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych.

Matematyka 2	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Funkcja pierwotna, całka nieoznaczona jako zbiór funkcji pierwotnych, całka oznaczona jako przyrost funkcji pierwotnej. Podstawowe metody całkowania, całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych, trygonometrycznych i niewymiernych – przykłady. • Zastosowania całek oznaczonych, pole obszaru, długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej • Całki podwójne i potrójne, we współrzędnych kartezjańskich, biegunowych, walcowych i sferycznych. • Zastosowania całek wielokrotnych: pole powierzchni, masa, środek ciężkości, momenty statyczne i bezwładności niejednorodnego obszaru płaskiego oraz bryły niejednorodnej. • Całki krzywoliniowe po krzywych opisanych równaniem funkcyjnym i równaniami parametrycznymi, zastosowania – długość i masa krzywej.Całki powierzchniowe po powierzchni opisanej równaniem funkcyjnym, zastosowania pole powierzchni, masa i środek ciężkości niejednorodnego płata powierzchniowego. • Podstawowe wiadomości z teorii równań różniczkowych zwyczajnych. Równanie, rozwiązanie równania, warunki brzegowe i warunki Cauchy'ego dla równań zwyczajnych. Rozwiązywanie wybranych typów równań zwyczajnych (równania zmiennych rozdzielonych, równania liniowe, równania sprowadzalne do równań zmiennych rozdzielonych i/lub równań liniowych). Wybrane równania opisujące zjawiska fizyczne • Transformata Laplace'a i jej zastosowanie do rozwiązywania równań liniowych wyższych rzędów. • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych.

Matematyka 3	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowe, średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Przegląd zmiennych skokowych i ciągłych. Korzystanie z tablic rozkładów: Poissona, normalnego, Chi-kwadrat, t-studenta. • Elementy statyki opisowej. Szereg rozdzielczy, wyznaczanie podstawowych parametrów próby statystycznej. Wizualizacja danych statystycznych. • Estymacja punktowa i przedziałowa podstawowych parametrów, weryfikacja hipotez statystycznych.

Materiałoznawstwo lotnicze [A]	K_W02, K_W08, K_U05, K_K04

• Wymagania stawiane materiałom przeznaczonym na konstrukcje lotnicze • Ogólna charakterystyka materiałów stosowanych w konstrukcjach lotniczych • Stopy tytanu stosowane w lotnictwie • Stopy aluminium stosowane w lotnictwie • Materiały kompozytowe w konstrukcjach lotniczych • Podatność na korozję materiałów stosowanych do wytwarzania elementów konstrukcji lotniczych • Zabezpieczenia antykorozyjne stosowane w przemyśle lotniczym • Mechanizmy zniszczenia materiałów lotniczych - pękanie, zmęczenie, pełzanie

Materiały lotnicze	K_W08, K_W12

• Struktura, klasyfikacja i charakterystyka materiałów inżynierskich • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych (krystalizacja, umocnienie odkształceniowe, rekrystalizacja) • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stal niestopowa. Odlewnicze stopy żelaza • Stal stopowa • Stopy metali nieżelaznych (Al, Ti, Ni, Cu) • Materiały niemetaliczne, kompozyty • Zabezpieczenia antykorozyjne • Podstawy doboru materiałów lotniczych • Badania nieniszczące i makroskopowe

Mechanika lotu 1	K_W11

• Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka atmosfery, międzynarodowa atmosfera wzorcowa. • Siły i momenty aerodynamiczne, współczynniki sił i momentów, kryteria podobieństwa. • Charakterystyka nośności i biegunowa samolotu bez usterzenia • Ustalony lot ślizgowy samolotu, biegunowa prędkości • Charakterystyki podstawowych typów zespołów napędowych: silnik tłokowy, turbośmigłowy i turboodrzutowy • Zasada działania, charakterystyki i dobór śmigła • Ustalony lot silnikowy samolotu, wyznaczanie charakterystycznych prędkości lotu, pułapu i czasu wznoszenia metodą mocy i ciągów • Start i lądowanie samolotu , wpływ mechanizacji płata i bliskości ziemi. • Zasięg, długotrwałość lotu i promień działania samolotu • Elementarne pojęcia z zakresu stateczności i sterowności samolotu. • Wyznaczanie biegunowej aerodynamicznej samolotu • Wyznaczanie "uproszczonej" i "pełnej" biegunowej prędkości samolotu • Wyznaczanie charakterystyki ciągu zespołu śmigło-silnik, dobór średnicy śmigła stałego i "constant speed" • Wyznaczanie charakterystyk aerodynamicznych samolotu z wychylonymi klapami i wpływem ziem • Wyznaczanie długości start i lądowania samolotu • Wyznaczanie zasięgu i długotrwałości lotu samolotu • Modelowanie matematyczne bezsilnikowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne podstawowych, ustalonych osiągów samolotu • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu

Mechanika ogólna 1	K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04

• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,

Mechanika ogólna 2	K_W06, K_U08, K_K01, K_K04

• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania ruchu środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika układu brył, przykłady. • Ruch względny, przykłady. • Żyroskop, teoria uproszczona. • Kolokwium z zakresu treści kształcenia TK01-TK05 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. • Równania Lagrange'a drugiego rodzaju, przykłady

Mechanika płynów	K_W07, K_U04, K_U08, K_K04

• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizykalna w świetle molekularnej struktury materii. Ściśliwość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsena. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu-równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka kątowa sondy Prandtla. Pomiar lepkości cieczy. • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej.Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francisa. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki pompy • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Analiza wymiarowa. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniutonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych, Charakterystyki profili lotniczych. Przeciągnięcie. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego Odwzorowania konforemne. Profil Żukowskiego. Warunek Kutty-Żukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyścienna:Warunki powstawania, Równania Prandtla i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)

Metoda elementów skończonych	K_U06

• Podstawowe założenia MES, idealizacja konstrukcji, etapy rozwiązywania problemu: etap I - proces idealizacji, etap II – analiza poszczególnych elementów, etap III – analiza układu (konstrukcji). • Analiza elementu prętowo – belkowego, funkcje kształtu. Macierz sztywności w układzie globalnym – przykład transformacji. Uogólnione siły i przemieszczenia, podstawowe zależności dla elementu i układu. • Podstawowe elementy dwuwymiarowe: element tarczowy – trójkątny – macierz sztywności odniesiona do uogólnionych sił i przemieszczeń, macierz sztywności odniesiona do sił i przemieszczeń rzeczywistych. Elementy płytowe – trójkąt Pascala jako podstawa doboru funkcji kształtu spełniającej warunek geometrycznej • Elementy trójwymiarowe. Koncepcja super elementu. Naturalne współrzędne elementów – całkowanie wielomianów. • Interpolacje Lagrange'a i Hermita. • Koncepcja elementu izoparametrycznego. • Ogólne zadanie całkowania numerycznego. • Analiza układu • zasady tworzenia macierzy sztywności układu, uwzględnianie warunków brzegowych

Metody komputerowe-CAD w konstrukcji samolotów	K_W05, K_W08, K_W12, K_U01, K_U06, K_K03, K_K05

• pozyskanie uporządkowanej wiedzy z zakresu projektowania części maszyn i zapisu konstrukcji, wspomaganego poprzez komputerowe systemy wspomagania projektowania, stosowane w lotnictwie • przyswojenie wiedzy nt. rozwiązań stosowanych we współczesnym lotnictwie oraz trendów rozwoju tej dziedziny • nabycie umiejętności doboru właściwego narzędzia informatycznego, do zdefiniowanego zagadnienia problemowego • opanowanie wiedzy nt. specyfikowania prostych urządzeń i systemów lotniczych w oparciu o zestaw podstawowych parametrów funkcjonalnych • przedstawienie możliwości rozwoju własnych kompetencji i potencjalnych korzyści wynikających z tego rozwoju

Ochrona środowiska	K_W02, K_W14, K_K02

• Podstawowe pojęcia i definicje: środowisko, ochrona środowiska w ujęciu ogólnym i wąskim, zasoby przyrody odnawialne i nieodnawialne, technosfera, idea zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju), ekosystem i przyjęty schemat modelu systemu, gdzie występuje wzajemne oddziaływanie: człowieka, przemysłu i technologii oraz środowiska. • Budowa ziemskich ekosystemów. Ziemia w Układzie Słonecznym. Pojęcie ekosfery. Zarys powstania i ewolucji Ziemi. Właściwości fizykochemiczne i cechy funkcjonalne atmosfery ziemskiej i jej skład. • Ziemska hydrosfera. Właściwości wody i jej znaczenie zarówno w skali globalnej (morza i oceany kształtują klimat Ziemi), jak i w skali mole¬kularnej (obecność wody w komórkach organizmów). Zasoby wody, krążenie wody w przyrodzie i jako surowiec. • Ziemska litosfera, jej budowa począwszy od wnętrza Ziemi do powierzchni z omówieniem aktywności geologicznej naszej planety (wędrówki ziemskich kontynentów, wybuchy wulkanów i przesuwanie się płyt tektonicznych, litosfera, astenosfera). Gleba, schemat budowy warstwy gleby oraz jej funkcje podtrzymujące i chroniące życie na naszej planecie (wyżywienie świata, zasoby leśne, zasoby surowców naturalnych i paliw). • Pierwiastki chemiczne występujące na Ziemi. Właściwości węgla, wodoru i fosforu. Cykl lub obieg biogeochemiczny jako obieg pierwiastków będący następstwem życia organicznego w kontekście procesów geologicznych i chemicznych w środowisku. Biogeochemiczny cykl: węgla, azotu, siarki i fosforu w ujęciu rocznych strumieni, zobrazowany przebiegiem procesów zachodzących w instalacjach przemysłowych lub w środowisku naturalnym za pomocą wykresu Sankeya. • Pojęcie: zanieczyszczenia, substancji niebezpiecznej i wielkość dopuszczalnej emisji w środowisku. Źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka i źródła naturalne emitujące zanieczyszczenia do atmosfery. Rodzaje zanieczyszczeń oraz sposoby zapobiegania, rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych, aerozolowych i gazowych, hałas, tereny chronione, środowisko gleb, typowe zanieczyszczenia gleb i ich likwidacja, remediacja gruntów, odpady, ustawowy podział, odpady niebezpieczne, gospodarka odpadami, utylizacja odpadów, charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska w poszczególnych komponentach. • Oddziaływanie przemysłu lotniczego na środowisko: skutki i sposoby oddziaływania, etap pozyskiwania paliw pierwotnych, etap przetwarzania paliw; wpływ na krajobraz, litosferę, atmosferę, hydrosferę oraz infrastrukturę techniczną i społeczną. Zagadnienia podstawowe procesów oczyszczania spalin. Zagadnienia związane z metodami zapobiegania emisji. Pomiary i obliczanie emisji zanieczyszczeń, przygotowanie gazów do oczyszczania. Oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń gazowych. Absorpcja. Adsorpcja. Spalanie termiczne i katalityczne. Kondensacja. Oczyszczanie biologiczne. Odpady i ich zagospodarowanie. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania , aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja – pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przeźroczystości atmosfery, silna absorpcja w niejednolitym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo – właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany – gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchnia – atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna, siła Coriolisa, komórkowa struktura atmosfery, centra działania atmosfery, masy powietrza, fronty atmosferyczne, wiatry - rodzaje mechanizm powstawania, dynamika atmosfery polarnych szerokości geograficznych, globalna cyrkulacja oceaniczna, prądy powierzchniowe i głębinowe, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. Globalna cyrkulacja oceaniczna: mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, ustrój cieplny oceanu, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie – powstawanie, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt.

Ochrona własności intelektualnej	K_W16, K_U01, K_K03

• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego

Podstawy automatyki	K_W03, K_U06, K_U07, K_U08

• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki.Układy automatycznej regulacji. Wprowadzenie do opisu matematycznego elementów automatyki • Przekształcenie Laplace'a. Podstawowe właściwości. Przekształcenie odwrotne. Definicja transmitancji operatorowej. Wprowadzenie do charakterystyk czasowych • Wykreślanie podstawowych charakterystyk czasowych. Transmitancja widmowa. Wprowadzenie do charakterystyk częstotliwościowych. • Charakterystyki częstotliwościowe • Podstawowe elementy automatyki • Przekształcanie schematów blokowych • Opis układów dynamicznych w przestrzeni stanów • Fazowe zmienne stanu • Stabilność. Warunki stabilności. Kryterium Hurwitza, Ruth, Michajłowa, Nyquista, logarytmiczne Nyquista. • Dokładność statyczna. Obliczanie uchybu ustalonego. • Regulatory P, PI, PD, PID. Właściwości. Dobór nastaw regulatora z wykorzystaniem logarytmicznych charakterystyk częstotliwościowych. Regulacja dwu i trójpołożeniowa. Układy hierarchiczne. Wprowadzenie do układów automatycznego sterowania lotem. • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Symulacja układów numerycznych • Badanie stabilności układów automatycznej regulacji • Regulacja PID

Podstawy elektroniki	K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01

• 1. Wstęp do elektroniki, podstawowe informacje dotyczące zakresu wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych, przedstawienie wymagań dotyczących zasad wykonywania ćwiczeń, zasad BHP, posługiwania się sprzętem laboratoryjnym tj. multimetrem cyfrowym, oscyloskopem, zasilaczem laboratoryjnym. • 2. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne bierne, parametry tolerancje wykonania, warunki pracy. Podzespoły półprzewodnikowe diody prostownicze, schotky, uniwersalne, tranzystory bipolarne,układ pracy tranzystora, tranzystory polowe, tranzystory MOSFET, aplikacje z tranzystorami bipolarnymi oraz z tranzystorami MOSFET, półprzewodniki w obwodach prądu zmiennego tyrystor, triak. Opgraniczania w pracy elementów półprzewodnikowych. • 3. układy zasilające zasilacze niestabilizowane, zasilacze liniowe, monolityczne liniowe stabilizatory napięcia, stabilizatory LDO, LDV, stabilizowane zasilacze impulsowe, zasilacze obniżające napięcie, zasilacze podwyższające napięcie, zasilacze wielonapięciowe, separacja galwaniczna w zasilaczach, zasilacze synchroniczne, przetwornice DC-DC, przetwornice DC-AC. • 4. Układy analogowe. Wzmacniacze operacyjne, wzmacniacz odwracający,nieodwracający, wzmacniacz różnicowy ,wtórnik, sumator analogowy, wzmacniacz logarytmijący, komparatory analogowe, generatory napięcia sinusiodalnego, generatory przebiegów impulsowych, układy całkujące, układy różniczkujące analogowe układy kondycjonowania sygnałów. • 5.Układy cyfrowe, technologia TTL, CMOS. Standardy sygnałów w cyfrowych układach TTL, obciążalność prądowa, technologia TTLS, TTL LS. Standardy sygnałów w układach CMOS, obciążalność prądowa, Rodzina układów HC, HCT. Łączenie układów TTL-CMOS, ograniczenia w pracy układów cyfrowych. • 6. Układy kombinacyjne. Bramki logiczne, komparatory cyfrowe, enkodery i dekodery, multipleksery i demultipleksery, układy kontroli parzystości, sumatory, jednostka arytmetyczno logiczna ALU. • 7. Układy sekwencyjne. Przerzutnik RS, przerzutnik JK, Przerzutnik D, rejestry, liczniki binarne ,liczniki dziesiętne , liczniki rewersyjne, lczniki programowane, zmiana modulo licznika, układy kształtowania impulsu monowibratory, multiwibratory. • 8. Układy wyjściowe. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwomechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 9. Optoelektronika.Diody LED parametry, układy zasilania , diody LED dużej mocy- warunki pracy , ograniczenia. Wyświetlacze segmentowe LED budowa, parametry, sterowanie sekwencyjne wyświetlaczem, wyświetlacze OLED, wyświetlacze LCD budowa zasada działania, parametry. Wyświetlacze VFD,fotoelementy, fototranzystory, transoptory. • 10. Programowane struktury logiczne, układy EPLD. Układy GAL rodziny 16V8, struktura budowy układów,zasady programowania, programowane struktury logiczne układów Xilinx, Altera, Lattice, narzędzia programowania programowanych struktur logicznych. • 11. Mikroprocesory i mikrokomputery jednoukładowe. Budowa mikroprocesora, system mikroprocesorowy, pamięci ROM,RAM, obszar We-Wy. Urządzenia wewnętrzne mikrokomputera jednoukładowego, liczniki, układy monitorowania napięcia, układ nadzorowania pracy mikrokomputera WD-timer. Architektura mikrokomputera jednoukładowego. • 12. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemiana częstotliwości, transciwery. Nadawanie sygnałów radiowych ,modulacje ciągłe, AM,FM. Modulacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny prętowe , anteny kierunkowe. • 13. Elektroakustyka. Zakres częstotliwości akustycznych, skala decybelowa, przetworniki elektroakustyczne, mikrofony, głośniki, wzmacniacze sygnałów akustycznych, zniekształcenia sygnałów, szumy, przydźwięki. Urządzenia elektroakustyczne na pokładzie samolotu. • 14. Technologia montażu układów elektronicznych. Chemiczne środki wspierania technologi motażu podzespołów. Lutowanie elementów elektronicznych i układów scalonych, montaż, demontaż układów SMD, technologia automatycznego montażu na płytkach drukowanych, zabezpieczenia ESD przy produkcji układów elektronicznych. • 15. Zakłócenia w układach elektronicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Źródła i rodzaje zakłóceń, sposoby rozprzestrzeniania się zakłóceń , zakłócenia przewodowe, zakłócenia radiacyjne. Eliminacja zakłóceń, komponenty do redukcji zakłóceń. • Technologia montażu układów elektronicznych, lutowanie elementów dyskretnych, lutowanie układów SMD, demontaż elementów elektronicznych • Sterowanie silnikiem prądu stałego. Generowanie sygnału PWM, Obserwacja sygnału oscyloskopem cyfrowym, obliczenia parametrów zbudowanego układu. • Układy zasilające. Badanie parametrów stabilizatora liniowego. Badanie parametrów stabilizatora impulsowego. Wyznaczenie i porównanie sprawności układów. • Komponenty elektroniczne. Rozpoznanie i kwalifikacja komponentów, pomiar wybranych parametrów mostkiem RLC, multimetrem cyfrowym. • Sterownik PLC. Podstawowe polecenia sterownika PLC ZEN, zasady programowania drabinkowego, konfiguracja linii wejścia wyjścia. Programowanie sterownika do zadanej aplikacji, weryfikacja działania programu. • Cyfrowe magistrale danych, interfejs równoległy, interfejsy szeregowe RS 232, SPI, CAN, I2C. Wymagania sprzętowe do realizacji połączenia interfejsu szeregowego. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na bramkach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy cyfrowe sekwencyjne. Zaprojektowanie zadanego układu sekwencyjnego, analiza poprawności działania układu. • Układy analogowe. Badanie podstawowych konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego, wzmacniacz odwracający, wzmacniacz nieodwracający, wtórnik. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtru dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Układ sumujący , układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.

Podstawy elektrotechniki	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01

• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy,rodzaje. Strałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie pradu przemiennego. Trójkąt impedancji. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności.

Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	K_W05, K_U08, K_U14, K_U16, K_K01, K_K03, K_K06

• Wymagania stawiane wyrobom technicznym. Metodyka konstruowania w budowie maszyn. Kryteria oceny obiektów technicznych. Podstawy wytrzymałości zmęczeniowej. • Połączenia spawane • Połączenia nitowe • Połączenia gwintowe: rodzaje i zastosowanie gwintów, rozkład sił. • Połączenia gwintowe: obliczenia wytrzymałościowe • Połączenie gwintowe pracujące z napięciem wstępnym • Osie i wały: przeznaczenie, zasady kształtowania, obliczenia wytrzymałościowe • Połączenia wał-piasta: wpustowe, wielowypustowe, rozprężno-zaciskowe • Łożyska toczne i ślizgowe • Sprzęgła mechaniczne • Przykłady obliczeń węzłów i części maszyn • Projekt 1: Połączenia • Projekt 2: Wał maszynowy • Uzupełnienie dokumentacji studenta

Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	K_W05, K_U14, K_U16

• Przekładnie zębate walcowe • Przekładnie zębate stożkowe • Przekładnie cięgnowe • Przekładnie falowe • Przekładnie ślimakowe • Przykłady obliczeń przekładni mechanicznych • Komputerowe wspomaganie projektowania przekładni mechanicznych • Projekt 1: Dwustopniowa przekładnia zębata • Projekt 2: Sprzęgło mechaniczne • Uzupełnienie dokumentacji studenta

Podstawy zarządzania	K_W15

• Wprowadzenie do zarządzania. Organizacje i potrzeba kierowania. Pojęcie kierowania i zarządzania. Funkcje i czynności kierownicze. Rodzaje kierowników. Proces zarządzania. Zakres zarządzania. Synergia a efekt organizacyjny • Rozwój zarządzania Szkoła naukowa. Szkoła naukowej

organizacji pracy. Szkoła klasycznej teorii organizacji. Szkoła behawioralna. Szkoła ilościowa. Szkoła systemowa. Kierunek sytuacyjny • Zarządzanie celami organizacji i planowanie. Cele organizacji – funkcje i rodzaje. Istota, metody, techniki i style zarządzania, Proces planowania. Planowanie w organizacji. Zarządzanie ustalaniem celów i procesem planowania. • Proces organizowania. Tworzenie struktur organizacyjnych. Typy struktur organizacyjnych i ich projektowanie. Zarządzanie zmianami w organizacjach. Reorganizacja • Proces przywództwa. Przywództwo i proces oddziaływania. Style kierowania. Zarządzanie potencjałem społecznym organizacji.(planowanie, organizowanie, zatrudnianie, kierowanie) Motywowanie pracownika do pracy. Sterowanie, kierowanie a zarządzanie. • Podejmowanie decyzji kierowniczych. Istota podejmowania decyzji. Typy decyzji. Klasyczny model podejmowania decyzji. Etapy podejmowania decyzji. Grupowe podejmowanie decyzji w organizacjach. Procesy informacyjno- decyzyjne. • Kontrola i controlling. Istota kontroli. Proces kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. • Zarządzanie marketingowe. Filozofia marketingu. Zadania marketingu. Strategie marketingowe: ofensywne, defensywne, konkurencyjne, cenowe • Zarządzanie logistyczne i Zarządzanie innowacyjne. Istota procesów logistycznych. Strategie zarządzania logistycznego. Istota i rodzaje innowacji. Bariery wprowadzanie innowacji. Strategie zarządzania innowacyjnego. • Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem.. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością. 14 punktów Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. Ekologiczna bariera rozwoju. Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Dobór optymalnej ilości wyrobów do planu produkcji. • Analiza stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie

Praktyka produkcyjna	K_W13, K_W14, K_U10, K_K04

• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.

Projekt inżynierski	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_W16, K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06

• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego. Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określanie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.

Projektowanie samolotu	K_W02, K_W08, K_W12, K_U04, K_U05, K_U06, K_K04, K_K05

• Wprowadzenie. Proces projektowania samolotu. • Uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu. • Projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie) • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne • Formalizacja procesy projektowania (zadanie jedno i wielokryterialne, uwzględnianie zbioru zadań). • Kryteria wyboru najlepszego wariantu samolotu (kryteria techniczne, ekonomiczne, specjalne) • Cena samolotu • Metody agregacji kryteriów w zadaniach wielokryterialnych • Definiowanie zbioru zadań samolotu (wyliczeniowe, generowanie zbioru zadań) • Projektowanie głównych zespołów samolotu (skrzydeł, kadłuba, usterzeń, podwozia zespołu napędowego itd.). • Projekt wstępny lekkiego samolotu dyspozycyjnego o napędzie odrzutowym. • Wstępne kształtowanie samolotu na podstawie przyjętych wymagań projektowych. • Formułowanie wymagań operacyjnych (funkcjonujących jako ograniczenia funkcyjne) oraz optymalizacja wybranych parametrów konstrukcyjnych. • Kompozycja układu • Rysunki i opis zaprojektowanego samolotu - podsumowanie ćwiczeń • Statystyczne opracowanie wybranej klasy samolotów - osiągi, moce i masy • Statystyczne opracowanie wybranej klasy samolotów- proporcje geometryczne • Uproszczona metoda wyznaczania biegunowej samolotu poddźwiękowego - program • Model masowy samolotu, wyważenie samolotu - program • Numeryczna analiza startu samolotu - program • Uproszczona analiza korkociągu samolotu -program

Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	K_W14, K_W15, K_K03

• Informacje ogólne o właściwościach człowieka - operatora • Ludzkie możliwości i ograniczenia • Podstawy psychologii społeczna • Czynniki wpływające na osiągnięcia • Środowisko fizyczne • Zadania wykonywane przez człowieka • Zasady komunikacji międzyludzkiej • Model ludzki • Ryzyko w miejscu pracy

Silniki lotnicze i kosmiczne	K_W07, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U15, K_K01, K_K02, K_K04

• Paliwa lotnicze. Wartość opałowa, liczba oktanowa i cetanowa. Spalanie zupełne i niezupełne. Normy emisji spalin • Podział i klasyfikacja napędów lotniczych. Napęd bezpośredni i pośredni – przykłady rozwiązań konstrukcyjnych. Śmigło lotnicze – zasada działania- podstawy, charakterystyka śmigła. Lotnicze silniki tłokowe – kryteria klasyfikacji. Główne parametry silnika tłokowego. Wskaźniki pracy silnika – moc, moment obrotowy, prędkość obrotowa, jednostkowe i godzinowe zużycie paliwa • Schematy konstrukcyjne : silniki rzędowe, przeciwsobne („boxer"), gwiazdowe, widlaste. Główne zespoły konstrukcyjne silnika tłokowego spalinowego- zarys konstrukcji. Kinematyka układu korbowo-tłokowego. Podstawy procesów tworzenia mieszanki paliwowo-powietrznej. Współczynnik nadmiaru powietrza – mieszanka uboga i bogata. Powstawanie siły gazowej. Kadłuby silników. Wał korbowy, korbowód. Układ rozrządu i zawory. Układ zasilania paliwem (gaźnikowy i wtryskowy), układy smarowania, chłodzenia. Układ dolotowy i wylotowy. Obiegi porównawcze silników (Otto, Diesla, Sabathe'a- Sieligera). Silniki czterosuwowe i dwusuwowe. Charakterystyka obrotowa. Zarys systemu eksploatacji lotniczego silnika tłokowego. Doładowanie silników – systemy doładowania, granice możliwości doładowania- silnik wysokościowy, charakterystyki zewnętrzne. Perspektywy rozwojowe silników tłokowych. • Silniki przepływowe. Kryteria klasyfikacji i podział silników przepływowych. Silnik strumieniowy, pulsacyjny, rezonansowy. Silniki jednoprzepływowe i dwuprzepływowe. Silniki turbinowe śmigłowe i śmigłowcowe. Ciąg silnika – źródło ciągu, wyznaczanie ciągu. Sposoby zwiększania ciągu i mocy. Parametry jednostkowe silnika przepływowego. Obieg porównawczy silnika odrzutowego. Rozkład parametrów cieplno-przepływowych w kanale przepływowym silnika. • Charakterystyki wysokościowe, prędkościowe i obrotowe silnika odrzutowego. Warunki i zakresy pracy silnika przepływowego. Zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego i śmigłowego (śmigłowcowego): wlot, sprężarka, komora spalania, turbina, dysza wylotowa, dopalacz, reduktor. • Przegląd wybranych konstrukcji silników odrzutowych. Systemy eksploatacji silników lotniczych. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych, silniki hipersoniczne. • Silniki rakietowe na stały i ciekły materiał pędny. Wytwarzanie ciągu w silnikach rakietowych. Charakterystyki silników rakietowych. Silniki statków kosmicznych – perspektywy rozwoju. Obszary zastosowań silników lotniczych i kosmicznych • 1.Wyznaczanie parametrów atmosfery wzorcowej dla wybranej misji samolotu. 2.Obliczenia podstawowych parametrów silnika tłokowego z zapłonem iskrowym, obieg bez strat. 3.Wyznaczanie parametrów kinematycznych w układzie tłok-korbowód wał korbowy silnika tłokowego, 4.Wyznaczanie parametrów termo-gazodynamicznych w przekrojach kontrolnych silnika odrzutowego, jednoprzepływowego 5.Wyznaczanie ciagu i wymiarowanie silnika przepływowego. Model wyznaczania charakterystyki prędkościowo-wysokościowej silnika • 1.Schematy i przekroje lotniczych silników tłokowych, zespoły konstrukcyjne- zapoznanie. 2.Zdejmowanie charakterystyki mocy silnika tłokowego 3.Rozruch silnika strumieniowego 4.Rozruch silnika pulsacyjnego 5.Rozruch silnika turbinowego (modelarskiego), zdejmowanie charakterystyki obrotowej.

Śmigła	K_W07, K_W11, K_W12, K_U01, K_U06, K_K01, K_K02

• Aerodynamika śmigieł: Geometryczne charakterystyki śmigła. Doświadczalne charakterystyki aerodynamiczne śmigieł. Różne układy współczynników aerodynamicznych śmigła. Posuw śmigła. Bezśrednicowe współczynniki mocy i ciągu. Sprawność śmigła. Sprawność pracy w miejscu. Dobór śmigła,. Współpraca śmigła z silnikiem. Jednowymiarowy model Rankine'a i Froude'a. Prędkości indukowane, zawirowanie strugi. Teoria elementu łopaty Drzewieckiego. Kąt natarcia, kąt nastawienia i kąt napływu dla elementu łopaty Zakresy pracy śmigła: statyczna, napędowa, hamulec aerodynamiczny, pierścień wirowy, wiatrakowanie, wiatrak turbulentny. Rozszerzona metoda Witoszyńskiego. Współczynnik strat wierzchołkowych Prandtla. • Teoria linii nośnej dla śmigła: prawo Biota-Savarta dla wiru helikoidalnego, współczynniki indukcji Lerbsa. Modele aerodynamiczne ze śladem swobodnym (informacja). Model cienkiej powierzchni nośnej w zastosowaniu do śmigła. Aerodynamiczne kształtowanie łopat śmigieł: sprawność osiowa, obwodowa i profilowa. Twierdzenie Betza. Zagadnienie odwrotne dla śmigła. Śmigła współosiowe przeciwbieżne. Śmigła obudowane. Śmigła typu Propfan/UDF. • Interferencja śmigła z elementami płatowca: wzajemny wpływ śmigła i bryły zaśmigłowej. „Wypór poziomy". Wpływ strumienia śmigłowego charakterystyki aerodynamiczne płata. Eksperymentalne badania śmigieł: tunele aerodynamiczne, urządzenia wagowe, kryteria podobieństwa w badaniach śmigieł, interferencja modelu z tunelem. • Strumieniowa teoria Glauerta dla wirnika śmigłowca w locie poziomym. • Zagadnienia wytrzymałościowe: siły i momenty aerodynamiczne działające na łopatę. Obciążenia łopaty. Linia ugięcia wstępnego łopaty. Moment żyroskopowy śmigła. Obliczenia wytrzymałościowe śmigła: belkowy model łopaty. • Zagadnienia konstrukcyjne: rodzaje struktur łopaty: wady i zalety: Śmigła metalowe, kompozytowe, drewniane. Instalacja przeciwoblodzeniowa. Konstrukcja piasty. Regulatory i mechanizmy przestawiania łopat. • Obliczanie prędkości przepływu za śmigłem i mocy i sprawności idealnej w różnych stanach pracy z wykorzystaniem teorii Rankine'a-Froude'a; • Dobór śmigła. Współpraca śmigła z silnikiem, dla śmigła stałoobrotowego i o stałym kącie nastawienia • Odtwarzanie kształtu łopaty na podstawie uproszczonej charakterystyki geometrycznej. • Wyznaczanie charakterystyk ciągu i mocy rozszerzoną metodą Witoszyńskiego. Rozkłady ciągu i momentu obrotowego w różnych stanach pracy. • Zagadnienie konstrukcyjne (odwrotne) dla śmigła: wyznaczanie geometrii śmigła dla zadanego ciągu • Wyznaczanie ciągu metodą impulsową • Struktura łopaty i inwentaryzacja geometrii łopaty • charakterystyki aerodynamiczne profili śmigłowych. Obliczenia w przepływie ściśliwym • Zagadnienia aerodynamiki wirników śmigłowcowych: Teoria Glauerta, Teoria elementu łopaty. Zawis lot poziomy, wiatrakowanie.

Techniki wytwarzania 1	K_W08, K_U04, K_K01

• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka poodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozycje spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych • Wykonanie form z modeli dzielonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW • - Podstawy odkształceń plastycznych: wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo płynięcia plastycznego, praca odkształcenia plastycznego, mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym: naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. - Tłoczenie: informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wytłoczek. Kucie i prasowanie: charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia; wpływ kształtu odkuwki materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie: podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. Cią-gnienie: wiadomości ogólne, ciągnienie prętów i rur. Wyciskanie: przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Polimery pochodzenia naturalnego, polimery syntetyczne: metody otrzymywania polimerów syntetycznych, struktura cząsteczkowa polimerów, postacie konformacyjne, budowa makrocząsteczki, masa cząsteczkowa, stopień polimeryzacji, zjawisko polidyspersji, struktura krystaliczna, stany fizyczne polimerów. - Zachowanie polimerów w próbie jednoosiowego rozciągania, pełzanie i relaksacja naprężeń, izo-chronowe krzywe odkształcenie – naprężenie, modele reologiczne, technologiczny podział tworzyw sztucznych, podstawowe gatunki i ich właściwości fizyczne, chemiczne, mechaniczne i inne. - Charakterystyka stanu plastyczno-płynnego: ciecze lepkie i lepkosprężyste, efekt Weissenberga iefekt Barusa. Podstawowe właściwości technologiczne tworzyw sztucznych: płynność, skurcz, czas utwardzania. Podział metod przetwórstwa: metody obróbki formującej i metody obróbki wykończeniowej. Podstawy procesu uplastyczniania: uplastycznianie tłokowe, ślimakowe, mieszane, tarczowe. - Charakterystyka metod obróbki formującej: prasowania, wytłaczania i formowania wtryskowego. Charakterystyka metod obróbki wykończeniowej: termoformowanie, łączenie, dzielenie, obróbka powierzchniowa. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisują-cych własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). - Wytłaczanie naczynia w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Identyfikacja tworzyw sztucznych na podstawie: wyglądu zewnętrznego, postaci handlowej, gęstości, zachowania się w otwartym płomieniu. - Analiza podstawowych parametrów procesu wtrysku: cykl procesu wtrysku, ciśnienie wtrysku, ciśnienie docisku, ciśnienie spiętrzania, temperatura wtrysku, temperatura formy. - Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych za pomocą statycznej próby rozciągania.

Techniki wytwarzania 2	K_W08

• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka poodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozycje spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych • Wykonanie form z modeli dzielonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW

Technologia informacyjna	K_W03, K_U02, K_U04, K_U06, K_K01

• Technologia informacyjna. Informatyka. Informacja i jej jednostki: bit, bajt i ich wielokrotności. Pozycyjne systemy zapisu liczb: dziesiętny, dwójkowy, ósemkowy, szesnastkowy. Konwersja zapisu liczb pomiędzy systemami o różnej podstawie. Kodowanie liczb całkowitych: kod znak-moduł, kod uzupełnieniowy do dwóch. Kodowanie liczb rzeczywistych: zapis stałoprzecinkowy i zmiennoprzecinkowy. Kodowanie znaków.

Operacje arytmetyczne i logiczne na danych binarnych. • Budowa komputerów. Rodziny procesorów: CISC, RISC. Mikrokontrolery. Architektura von Neumanna i Harvard. Układy sterujące. Magistrale. Pamięć operacyjna (RAM), podręczna (cache), stała (ROM). Pamięci masowe: dyski twarde, dyski optyczne, pamięć typu Flash (NAND, NOR). Działanie, zalety i wady różnych systemów archiwizacji danych. Urządzenia wejścia/wyjścia. Systemy zobrazowania informacji. Technologia komputerowa stosowana w statkach powietrznych. Systemy wbudowane. • Oprogramowanie systemowe. BIOS. System operacyjny i jego zadania. Podział systemów operacyjnych. Wielozadaniowość, wielodostęp, wielowątkowość. Systemy czasu rzeczywistego. Systemy rozproszone. Emulacja systemów komputerowych. Wirtualizacja systemów operacyjnych. Oprogramowanie użytkowe. Testowanie oprogramowania. Zarządzanie oprogramowaniem. Wymagania wobec oprogramowania stosowanego w lotnictwie: norma DO-178. • Algorytm. Badanie złożoności obliczeniowej algorytmów: klasyfikacja złożoności czasowej, klasy algorytmów. Program komputerowy. Kod maszynowy. Języki niskiego poziomu: asembler, zapis rozkazów. Języki wysokiego poziomu. Kompilator, interpreter, konsolidator. Błędy w programach. Zasady programowania. Elementy schematów blokowych. • Programowanie w języku C++. Słowa kluczowe, identyfikatory, literały, komentarze, dyrektywy preprocesora, stałe, zmienne, typy, definicje i deklaracje, struktura programu. Typy danych języka. Zakresy ważności nazw. Instrukcje przypisania. Operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne. Operacje wejścia/wyjścia. Instrukcje warunkowe. Instrukcje iteracyjne. Proste algorytmy numeryczne i kombinatoryczne. Tablice jednowymiarowe i wielowymiarowe. Algorytmy sortowania wektorów. Wskaźniki. Wskaźniki a tablice. Dynamiczny przydział pamięci. Referencja. Programowanie proceduralne: funkcje, przekazywanie parametrów. • Sprawdzian.

Technologia lotnicza	K_W08, K_W12, K_U10, K_K01

• Różnorodność wyposażenia warsztatowego. Zasady bezpiecznej pracy przy korzystaniu z zasobów energetycznych warsztatu, środków chemicznych oraz materiałów eksploatacyjnych. • Narzędzia, oprawki, uchwyty obróbkowe. Oprzyrządowanie montażowe i wyposażenie kontrolno-pomiarowe. • Zasady posługiwania się oprzyrządowaniem technologicznym. Elementy ustalające i mocujące. Ustalenie i zamocowanie przedmiotu w uchwycie. Dokładność oprzyrządowania. • Dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. Charakterystyka wymiarów. Tolerancja wymiarów, kształtu i położenia. Normy opisujące jakość wykonania. • Przedmioty pracy stosowane w produkcji lotniczej. • Dokumentacja techniczna stosowana w procesach wytwórczych. • Zasady projektowania procesu technologicznego obróbki i montażu. • Technologia połączeń nitowych. Oprzyrządowanie do nitowania. Poprawność procesu nitowania, badanie połączeń nitowych. • Zasady montażu i kontrola połączeń gwintowych oraz mechanizmów śrubowych, połączeń kształtowych (wpustowe, klinowe, kołkowe, sworzniowe), połączeń podatnych (sprężystych) oraz łożysk. • Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Rodzaje półfabrykatów i przygotowanie ich do obróbki. • Budowa uchwytów obróbkowych i montażowych. Bazowanie do obróbki. • Czynniki wpływające na dokładność obróbki. • Proces technologiczny. • Kontrola jakości wyrobu. • Metody montażu

Technologia samolotu	K_W08, K_U02, K_U09, K_K02, K_K04

• Ocena zdolności materiałów metalicznych do przejmowania odkształceń plastycznych w procesach obróbki na zimno, gorąco oraz półgorąco • Materiały polimerowe i kompozytowe stosowane w technologiach lotniczych. • Sposoby kształtowania materiałów trudno odkształcalnych oraz materiałów o specjalnych właściwościach (np. żarowytrzymałych, odpornych na korozję) • Kierunki rozwoju procesów plastycznego kształtowania metali oraz tworzyw polimerowych • Sposoby łączenia w technologiach lotniczych: nitowanie, spawanie, zgrzewanie oporowe, zgrzewanie zmieszaniem materiału (FSW), klejenie, połączenia hybrydowe • Określenie właściwości mechanicznych materiałów metalicznych w próbie jednoosiowego rozciągania (stopy aluminium i magnezu) • Określenie właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych w próbie jednoosiowego rozciągania • Wykonanie złączy nitowych, zgrzewanych z mieszaniem materiału oraz klejowych • Ocena właściwości mechanicznych złączy nitowych, FSW i klejowych w próbie jednoosiowego rozciągania • Projekt procesu technologicznego wytwarzania konstrukcji lotniczej

Termodynamika	K_W07, K_U07, K_U08, K_K02

• Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: Energia, formy energii, przekształcenia energii; Substancja, ilość substancji, liczba Avogadra; Zamknięty i otwarty system termodynamiczny; Stan termodynamiczny, znamiona termodynamiczne, ciśnienie, temperatura, funkcje stanu, równowaga, Zerowa Zasada Termodynamiki; Przemiana, zjawiska quasi-statyczne, proces, funkcje przemiany i obieg termodynamiczny. • System substancji czystej: substancja czysta, faza; Oddziaływania molekuł, stany skupienia, analiza zjawiska izobarycznego, stan nasycenia, stopień suchości, punkt krytyczny, punkt potrójny, wykresy T-v, P-v, P-T, P-T-v; Opis stanu - para mokra, para przegrzana, gaz, gaz rzeczywisty – gaz doskonały; Równanie stanu, równanie Clapeyrona, prawo Awogadro, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynnik ściśliwości, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmanna. • Zasada Zachowania Energii: Działania termiczne, ciepło, system adiabatyczny, wymiana ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie, wewnętrzne źródła ciepła; Działania mechaniczne, praca mechaniczna, praca granicy systemu, niemechaniczne formy pracy; I Zasada Termodynamiki; Bilans energetyczny układu przepływowego, entalpia, praca techniczna. • Energia cieplna i entalpia: Ciepło właściwe gazów - rzeczywistych, półdoskonałych i doskonałych; związek miedzy ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej; Mieszaniny gazowe: prawo Daltona, Prawo Amagata, ciśnienie cząstkowe, udziały składników, właściwości zastępcze mieszaniny. • Przemiany gazów: przemiana politropowa, politropa techniczna, charakterystyczne przemiany gazowe, ich wykresy w układzie P-v, stan termodynamiczny w przemianach, praca i ciepło przemian charakterystycznych; Obiegi: praca i ciepło obiegu, obiegi lewo i prawobrzeżne - właściwości i funkcje, silniki cieplne, pompy ciepła, sprawność i współczynnik wydajności obiegu. • Procesy odwracalne i nieodwracalne, źródła nieodwracalności, praca w procesach odwracalnych i nieodwracalnych, odwracalny cykl Carnota, sprawność i współczynnik wydajności obiegów nieodwracalnych, jakość źródeł energii, termodynamiczna skala temperatury; II Zasada Termodynamiki: silniki cieplne – sformułowanie Kelvina-Plancka, pompy cieplne – sformułowanie Clausiusa, perpetuum mobile. Entropia i jej właściwości: nierówność Clausiusa, definicja entropii, zmiana entropii systemu, bilans entropii - przenoszenie i generowanie entropii, układ T-s, zasada wzrostu entropii, fizyczny sens entropii, zastosowania pojęcia entropii; Układ T-s dla gazów doskonałych: entropia gazów doskonałych, przemiany charakterystyczne, przemiana izentropowa; Dyssypacja na wykresach P-v i T-s. • Gazowe urządzenia energetyczne: obiegi porównawcze, techniczne znaczenie obiegu Carnota; Silniki: silniki tłokowe – obiegi: Otto–Beau de Rochas, Diesla, Seiligera–Sabathe, silniki przepływowe – obiegi: Braytona-Joule`a, Humphreya, regeneracja i podgrzewanie międzystopniowe – obiegi: Braytona-Joule`a, Ericsona, Stirlinga; Pompy cieplne - obieg Joule`a. • Właściwości pary mokrej i przegrzanej: Energia cieplna i entalpia w procesie parowania, równanie Clausiusa-Clapeyrona; Stan i funkcje stanu pary mokrej, przemiany charakterystyczne pary mokrej i przegrzanej, wykres h-s, tablice pary nasyconej i przegrzanej. • Gazy wilgotne; określenie stanu, wilgotność bezwzględna, wilgotność względna, zawartość wilgoci, punkt rosy, równanie stanu, entalpia powietrza wilgotnego; Wykres i-X - konstrukcja i zawartość; Przemiany izobaryczne: ogrzewanie lub chłodzenie, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie, granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce; Sprężanie i rozprężanie adiabatyczne - sucha i wilgotna adiabata. • Termodynamika przepływów: równanie ciągłości; uogólnione równanie Bernoulliego, znamiona statyczne, dynamiczne i spiętrzenia, przepływ przez kanały o zmiennym przekroju. • Termodynamika spalania: substraty i produkty; Bilans substancji, zapotrzebowanie tlenu i powietrza, ilość spalin i skład spalin, punkt rosy spalin; Bilans energii: ciepło spalania, wartość opałowa, sprawność spalania, temperatura spalin, dysocjacja; Urządzenia spalające: rodzaje, bilans energetyczny. • Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna – gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury – równanie ciśnienia, rozkład gęstości – równowaga globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche – gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne – gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Parowe urządzenia energetyczne: obieg Carnota w obszarze pary; Siłownia parowa, prawobieżny obieg Clausiusa-Rankine`a z przegrzaniem i bez, wpływ parametrów obiegu na pracę i sprawność obiegu, przegrzew wtórny i podgrzewanie regeneracyjne; Pompa cieplna, obieg Lindego, parametry obiegu, obieg nadkrytyczny, dobór czynnika roboczego i źródeł ciepła, efektywność pomp ciepła. • Wymiana ciepła: Konwekcja wymuszona: mechanizm konwekcji wymuszonej, równanie Newtona, hydrauliczna warstwa przyścienna, przepływ laminarny i turbulentny, liczba Reynoldsa, termiczna warstwa przyścienna, liczba Prandtla, liczba Nusselta, równania kryterialne; Intensyfikacja wymiany ciepła; Konwekcja swobodna: mechanizm konwekcji swobodnej, liczba Grashofa i Rayleigha, konwekcja swobodna na powierzchni i w przestrzeniach zamkniętych; Przewodzenie: prawo Fouriera, przewodność cieplna, dyfuzyjność cieplna, wpływ budowy materiału, ustalone przewodzenie przez płaską płytę, przenikanie ciepła, opory cieplne, ściana wielowarstwowa; Wymienniki ciepła; Promieniowanie: mechanizm wymiany ciepła przez promieniowanie; ciało doskonale czarne, prawo Stefana-Bltzmanna, prawo Plancka; właściwości ciał, emisyjność, absorbcyjność, refleksyjność, przepuszczalność, wymiana ciepła przez promieniowanie. • Oznaczenia, jednostki, I Zasada Termodynamiki, termiczne równanie stanu. Kaloryczne równanie stanu, średnie ciepło właściwe. Przemiany gazów doskonałych. Obliczanie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej, entalpii i entropii. Mieszaniny gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropy mieszaniny. Obiegi porównawcze silników gazowych. Przemiany powietrza wilgotnego. Podstawowe obliczenia związane ze spalaniem paliw oraz przepływami jednowymiarowymi. • Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. • Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. • Wyznaczanie wykładnika adiabaty. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. • Pomiar wartości opałowej paliw gazowych.

Współczesne techniki projektowania i badania płatowców	

• Wprowadzenie do współczesnych metod projektowania samolotów. Proces projektowania samolotu w ujęciu systemowym. • Wprowadzenie do koncepcji inżynierii systemów (Systems Engineering). Podstawowe założenia i definicje. Projektowanie złożonych systemów lotniczych zgodnie z koncepcją inżynierii systemów. • 3. Cykl życia projektu/programu w ujęciu inżynierii systemów. Charakterystyka faz: rozwój koncepcji i technologii (Concept and Technology Development), projekt wstępny i techniczny (Preliminary Design and Technology Completion), projekt końcowy (Final Design and Fabrication), wytwarzanie, integracja i badania systemu, wdrożenie (System Assembly, Integration and Test, Launch), użytkowanie operacyjne, ulepszenia i rozwój (Operations and Sustainment), zakończenie użytkowania (Closeout). Weryfikacja i walidacja wyników. • Charakterystyka podejścia i metod multidyscyplinarnych w projektowaniu samolotów (MDO, Multi-disciplinary Design Optimization). Nowoczesne metody optymalizacji: metody i techniki heurystyczne, algorytmy genetyczne, algorytmy inspirowane biologicznie, algorytmy neuronwe. • Uwzględnienie wielozadaniowości i wielocelowości systemu lotniczego w procesie projektowania. Optymalizacja wielokryterialna systemów lotniczych. Uwzględnienie niepewności i nieokreśloności w procesie projektowania systemów lotniczych. • Współczesne metody zarządzania procesem projektowania złożonych systemów lotniczych. Podstawy standardów: PRINCE2, Project Management Body of Knowledge (PMBOK), Management of Risk (M_o_R), metody Agile. • Wprowadzenie do współczesnych metod badania samolotów. Etapy życia konstrukcji lotniczej, klasyfikacja prób płatowca i samolotu. • Przepisy budowy i badań konstrukcji lotniczych. Charakterystyka wymagań. Organizacja prób. • Próby naziemne samolotu: niwelacja płatowca, stabilizacja powierzchni ruchomych, naziemne próby stanowiskowe. Próby sztywnościowe, statyczne, zmęczeniowe i rezonansowe. • Próby w locie. Charakterystyka rodzajów prób w locie. Charakterystyka metod i narzędzi stosowanych podczas prób w locie. Przygotowanie naziemne prób. • Metody określenia podstawowych charakterystyk samolotu w trakcie prób w locie. Metody analizy wyników. • Charakterystyka modeli i metod stosowanych w badaniach płatowców. Klasyfikacja i charakterystyka modeli. Klasyfikacja i charakterystyka metod symulacyjnych. • Podobieństwo i analiza wymiarowa. Kryteria podobieństwa w mechanice. • Doświadczalne metody analizy naprężeń i odkształceń: Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia; Tensometria; Metody światła spolaryzowanego;.Inne metody. • Opracowanie listy wymagań procesu projektowania koncepcyjnego samolotu wybranej kategorii • Weryfikacja i walidacja listy wymagań procesu projektowania koncepcyjnego samolotu wybranej kategorii • Analiza wybranych wymagań przepisów budowy samolotów pod traktowanych jako wymagania projektowe • Opracowanie wybranego fragmentu programu prób w locie • Doświadczalne metody analizy naprężeń i odkształceń

Wychowanie fizyczne 1	K_K01, K_K04

• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • 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).

Wychowanie fizyczne 2	K_K01, K_K04

• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.Oswojenie ze środowiskiem wodnym, zabawy, nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, poślizg, nauka prawidłowej prac NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego (pokaz, objaśnienie), poślizg na piersiach. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu.Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie. Nauka prawidłowej prac RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływackich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.

Wykład monograficzny	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04

• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości.

Jak zmieniały się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwsza na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty	
Wyposażenie pokładowe	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_U08, K_U13, K_K01, K_K04
• Klasyfikacja, właściwości i parametry wyposażenia pokładowego. Instalacja odbioru ciśnień powietrza (OCP). Dajniki ciśnienia całkowitego i statycznego – rurka Pitot'a. Błąd wywołany położeniem dajników ciśnienia, odwadnianie instalacji, elementy grzejne, błędy instalacji OCP. • Pomiar barometrycznej wysokości lotu – zasada działania i budowa, przeznaczenie skali dodatkowej, wpływ gęstości powietrza, wysokość ciśnieniowa, wysokość rzeczywista, międzynarodowa atmosfera wzorcowa, poziom lotu, odczyt wskazań wysokościomierzy trzywskazówkowych, błędy przyrządowe, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Pomiar prędkości lotu względem powietrza – zasada działania i budowa, zależność pomiędzy ciśnieniem dynamicznym i statycznym, definicje prędkości przyrządowej, przyrządowej poprawionej i prędkość rzeczywistej względem powietrza, błędy przyrządowe, wskazania prędkościomierza, znaczenie kolorowych łuków na skali prędkościomierza, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Wariometr – zasada działania i budowa, przeznaczenie, opóźnienie wynikające z zasady działania, pomiar chwilowej prędkości pionowej (VSI), odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Żyroskopy pomiarowe (zasada działania, błędy - precesja) i ich zastosowania w lotniczych przyrządach pokładowych. Twierdzenie Resala. Moment giroskopowy. • Napęd elektryczny oraz pneumatyczny giroskopów. Giroskop o dwóch stopniach swobody. Zakrętomierz i koordynator zakrętu (wpływ prędkości, przedstawienie wskazań, koordynator zakrętu, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, chyłomierz poprzeczny: zasada działania, odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • żyroskop całkujący, pion żyroskopowy, sztuczny horyzont (żyroskop o 3 stopniach swobody, zastosowanie i działanie, zobrazowanie i interpretacja wskazań, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Układy pomiaru kursu: żyroskopowy wskaźnik kursu (zadania i zasada działania, przedstawienie wskazań, używanie wraz z busolą magnetyczną (żyrobusola), mechanizm ustawiania, znoszenie pozorne, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • busola magnetyczna (budowa i działanie, ziemskie pole magnetyczne, błędy, środki ostrożności przy przewozie materiałów magnetycznych, kontrola sprawności dokonywana przez pilota), busola żyroindukcyjna. • Przyrządy kontroli pracy silnika: □ Budowa i zasada działania: □ Obrotomierz □ Wskaźnik ciśnienia ładowania □ Wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa □ Wskaźnik ciśnienia i temperatury oleju □ Wskaźnik temperatury głowic i temperatury gazów wylotowych • Wprowadzenie do instalacji energetycznej i elektrycznej samolotu. • Przyrządy ciśnieniowe • Przyrządy żyroskopowe • Odbiornik nawigacji satelitarnej • Klasyczny układ wskazań • Zintegrowany układ wskazań	
Wyposażenie samolotu	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_K03, K_K05
• Zasada działania i właściwości eksploatacyjne współczesnych czujników ciśnienia. Algorytmy wyznaczania wielkości aerometrycznych. • Giroskopy optyczne. Zasada działania, właściwości. • Technologia MEMS, zasada działania i budowa giroskopów drgających. Wpływ temperatury. Problemy eksploatacyjne. • Zasada działania oraz budowa czujników pola magnetycznego, przyspieszeniomierzy inklinometrów. • Algorytmy wyznaczania kursu magnetycznego. Właściwości magnetometrów. • Algorytmy bezkardanowego układu odniesienia i kursu. Problematyka układów korekcji. • Nawigacja inercjalna. Koncepcja. Typy. Algorytmy. • Podstawy projektowania podstawowych układów sterowania samolotem. • Wprowadzenie do nieautonomicznych systemów nawigacyjnych. Radiokompas. Właściwości eksploatacyjne. Wykorzystanie sygnałów systemu w automatycznym sterowaniu. System VOR. Właściwości systemu. Wykorzystanie sygnałów systemu w automatycznym sterowaniu. System DME: właściwości systemu. Wykorzystanie sygnałów systemu w automatycznym sterowaniu. System ILS. Właściwości systemu. Wykorzystanie sygnałów systemu w automatycznym sterowaniu. • System GPS: rozszerzenie wiadomości. Zasada działania. Wykorzystanie sygnałów systemu w automatycznym sterowaniu. System DGPS: koncepcja, wykorzystanie. Inne systemy nawigacyjne wykorzystujące sygnały satelitarne. • Architektura układów awioniki. Architektura niezależna, federacyjna, modułowa. Magistrale danych stosowane na pokładach współczesnych samolotów. • Koncepcja systemu sterowania typu pośredniego (Fly-By-Wire). Koncepcja aktywnego sterowania siłą nośną, korzyści dla konstrukcji. • Problematyka ergonomii współczesnej kabiny. • Badanie właściwości modeli matematycznych samolotu wykorzystywanych do projektowania wyposażenia pokładowego • Badanie taniego układu odniesienia i kursu. • Badanie właściwości i skalowanie przyrządów ciśnieniowych • Uproszczona synteza i badanie właściwości układów wspomagających pilota (tłumik pochylania, tłumik holendrowania) • Uproszczona synteza i badanie właściwości systemu sterowania ruchem podłużnym samolotu • Uproszczona synteza i badanie właściwości systemu sterowania ruchem bocznym samolotu • Instalacje na pokładzie samolotu	
Wytrzymałość konstrukcji lotniczych	K_W06, K_U01, K_U13, K_K05, K_K06
• .- podstawowe założenia statyki ustrojów nośnych płatowców, podział ustrojów, metody określania stanu sił wewnętrznych • - ramy płaskie statycznie wyznaczalne i niewyznaczalne, jedno i wieloobwodowe, - metoda przegubów oraz metoda przekrojów w zastosowaniu do teorii ram ściśle płaskich • - konstrukcje cienkościenne, wstęp i podział zagadnień, statyka cienkościennych prętów, podstawowe założenia i zależności • - czyste ścinanie płaszcza, skręcanie rur jednoobwodowych, swobodne skręcanie profili otwartych, skręcanie rur wieloobwodowych • - przenoszenie sił wzdłużnych i momentów gnących, bezskręceniowe przenoszenie sił tnących – środek sił poprzecznych • - nieswobodne skręcanie prętów o przekroju otwartym, określanie naprężeń, analogia do belki zginanej – odpowiedniość warunków brzegowych, sztywności i obciążeń • - przenoszenie obciążeń poprzecznych przez rury jedno i wieloobwodowe - wpływ zbieżności konstrukcji na rozkład naprężeń. Statyka żeber. Stosowalność modelu pręta do analizy ustroju nośnego • - Statyka tarcz i brył cienkościennych – zastępczy model ustroju. Tarcze statycznie wyznaczalne i niewyznaczalne – analogia kratownicowa • - Statycznie wyznaczalne bryły o ściankach płaskich. Podstawowe ustroje ze ściankami zakrzywionymi: statyka dźwigara trójpasowego, pół skorupowy dźwigar cztero pasowy z trzema ściankami, statycznie wyznaczalne bryły o ściankach zakrzywionych • - Złożone ustroje statycznie wyznaczalne. Ustroje statycznie niewyznaczalne: statyka ustrojów wielosegmentowych • - 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	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	K_W06, K_U08, K_K01
• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia,. Czyste ścinanie. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01
• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfielda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano, wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna próba rozciągania • Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Modelowe badania elastooptyczne • Próba sztywnościowa płatowców	

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

Dynamika maszyn	K_W06, K_U08, K_K01
• Wiadomości wprowadzające. Pojęcia podstawowe. Mechanizmy, struktura, człony, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot. Praca kontrolna 1. • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich. Praca kontrolna 1. • Mechanizmy zębate, mechanizm planetarny, mechanizm różnicowy, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy, przykłady. Praca kontrolna 1. • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, model dynamiczny ruchu mechanizmu, nierównomierność pracy układu. Praca kontrolna 1. • Niewyrównoważenie mas jako przyczyna drgań mechanicznych. Wyrównoważanie mas mechanizmów z członami w ruchu obrotowym i ruchu dowolnym, przykłady. Praca kontrolna 1. • Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-nym stopniu swobody, dynamiczne równania ruchu, charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstotliwość. Przebieg ruchu na płaszczyźnie fazowej, drgania wzdłużne, skrętne i giętne, drgania swobodne tłumione, logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka częstotliwościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy, wymuszenie kinematyczne, przykłady. Praca kontrolna 2. • Wibroizolacja czynna i bierna, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania układu dyskretnego o 2-ch stopniach swobody, częstości własne, widmo częstości własnych, formy własne, drgania swobodne i wymuszone, strefy rezonansu, bezpieczne strefy pracy, tłumik dynamiczny drgań, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania samowzbudne, przykłady. Opis drgań samowzbudnych na przykładzie flatteru skrzydła samolotu. • Dynamika wirników i turbin. • Zaliczenie modułu.	
Aerodynamika 1	K_W07, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01
• Teoria profilu cienkiego: dekompozycja zagadnienia na opływ formy symetrycznej i szkieletowej. Systematyka profili NACA. Zagadnienie proste i odwrotne w teorii profilu cienkiego. Model „1/4-3/4" Weissingera-Pistolessiego. Modyfikacja teorii profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: klapa, slot, klapa szczelinowa. Wpływ ściśliwości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtla-Glauerta. • Profil o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu brzegowego do wyznaczania opływu profili pojedynczych i ich układów. Rodzaje warunków brzegowych: Dirichleta i Neumana. Przegląd metod panelowych wady i zalety. Wybrane metody obliczeniowe: liniowy rozkład wirów, stały rozkład dipoli. Wpływ ściśliwości: poprawka von Kármána-Tsiena • Warstwa warstwa przyścienna na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Metoda Heada dla turbulentnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jonesa dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Sterowanie cyrkulacją na profilu, efekt Coandy. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i oblodzenia na charakterystyki płata nośnego. • Płat o skończonym wydłużeniu I: Opis geometrii płata nośnego: definicja powierzchni nośnej, wydłużenie, średnia cięciwa aerodynamiczna. Teoria linii nośnej. Metoda Treftza-Glauerta. Kąt indukowany, odchylenie strug za skrzydłem. Opór indukowany. Współczynnik siły nośnej i współczynnik oporu indukowanego Cz, Cxi. Rozkład cyrkulacji zapewniający minimalny opór indukowany: twierdzenie Munka. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ziemi (ekranu) na charakterystyki aerodynamiczne płata, wpływ płata na usterzenie w układzie klasycznym. Uproszczone szacowanie wpływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmayra, funkcja Theodorsena, przeciągnięcie dynamiczne • Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową: zastosowanie pomiaru metody Jonesa do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profili lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z klapą szczelinową • Płat o skończonym wydłużeniu : pomiar wagowy siły nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termoanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej	
Badania silników lotniczych	K_W08, K_U04, K_K01
• Badania wizualne. • Badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Badania wizualne. badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. • Badania ultradźwiękowe. • Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne	
BHP i ergonomia	K_W14, K_U10
• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie	

zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.

Budowa i projektowanie obiektów latających	K_W11, K_W12, K_U01, K_K04

• Ogólne wprowadzenie do zagadnień Lotnictwa, uwarunkowania fizyczne, techniczne, ekonomiczne i prawne • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu, • Zespoły napędowe • Podstawowe osiągi w locie • organizacja procesu projektowania, uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie). • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie. • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne. Model masowy samolotu: nomenklatura i zasady szacowania masy. • Ogólne informacje o przepisach budowy samolotów i instytucjach nadzoru lotniczego, Normowanie obciążeń samolotu: zasady ogólne wyznaczania obciążeń i podstawowe typy obciążeń w locie i na ziemi • Przegląd układów konstrukcyjnych samolotów i typów struktur nośnych (kratownicowych, półskorupowych i skorupowych) • Schematy konstrukcyjne: płatów, kadłubów, usterzeń, podwozi i płatowcowych elementów zespołów napędowych. • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne.

Dynamika gazów	

• Pojecie ściśliwości. Równanie stanu gazu doskonałego.Przemiana adiabatyczna. Przemiana izentropowa. Rozchodzenie się drobnych zaburzeń. Prędkość dźwięku.Liczba Macha. Klasyfikacja przepływów. Ocena wpływu pominięcia ściśliwości na dokładność obliczeń ciśnienia dynamicznego i prędkości przepływu. Równanie zachowania energii. Parametry spiętrzenia, Parametry krytyczne. • Wypływ adiabatyczny gazu ze zbiornika. Równanie bilansu energii. Równanie Bernoulliego dla gazów idealnych i przemian adiabatycznych wzdłuż strumienia. Prędkość wypływu - wzor St. Venanta-Wantzela. Wydatek. Przykłady zastosowania. • Jednowymiarowy ustalony przepływ ściśliwy. Przepływ gazu przez kanały. Przepływ gazu ściśliwego przez kanał o zmiennym przekroju. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżnego. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżno-rozbieżnego. Dysza de Lavala. Możliwe przypadki przepływu przez dysze de Lavala. Przepływ przez kanał o stałym przekroju. Zależności parametrów termodynamicznych od liczby Macha. • Fale uderzeniowe: prostopadła fala uderzeniowa, skośna fala uderzeniowa, fala rozrzedzeniowa. Biegunowa fali w płaszczyznie hodografu prędkości. Słaba i silna skośna fala uderzeniowa. Odsunięta fala uderzeniowa. Przepływ wokół zaokrąglonego naroża. Dwa przypadki opływu: naroże wklęsłe, naroże • Przepływ adiabatyczny z uwzględnieniem tarcia. Linia Fanno. Przepływ z bez tarcia i z wymianą ciepła.Linia Rayleigha • Równania ruchu nielepkiego płynu ściśliwego. Porównanie równań ruchu płynu ściśliwego i nieściśliwego w ruchu ustalonym. Wprowadzenie do nowoczesnych metod badawczych/obliczeniowych w dynamice gazów

Egzamin inżynierski	K_W12, K_U08, K_K03

• Egzamin pisemny

Ekonomia	K_W14, K_W15, K_U01, K_U11, K_K05

• Wprowadzenie do ekonomii (zarys myśli ekonomicznej, podstawowe pojęcia, zasady i założenia analizy mikroekonomicznej, miejsce ekonomii w systemie nauk społecznych i związki z innymi dyscyplinami nauki). Wprowadzenie do mikroekonomii. • Model gospodarki rynkowej (instytucje, produktywność, sprawność, podmioty, zasoby i strumienie w systemie gospodarczym; rynek - klasyfikacje i zasady funkcjonowania). • Popyt (prawo popytu, wyjątki, determinanty, elastyczność popytu), podaż (prawo podaży, wyjątki, determinanty, elastyczność podaży), równowaga rynkowa w krótkim, średnim i długim okresie, wpływ cen regulowanych na rynek, model pajęczyny. • Teoria wyboru konsumenta (funkcjonowanie gospodarstw domowych, użyteczność, I i II prawo Gossena, renta konsumenta Marshalla, równowaga konsumenta). • Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa (wprowadzenie do teorii przedsiębiorstwa, podstawowe definicje, klasyfikacje i procesy). • Funkcja produkcji w krótkim i długim okresie, efekty skali, wybór optymalnej technologii. • Instrumenty zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie, funkcja kosztów w długim i krótkim okresie, zagadnienie kosztów a płynność finansowa. • Konkurencja doskonała a konkurencja monopolistyczna. • Konkurencja ograniczona - monopol i oligopol. • Wprowadzenie do makroekonomii, podstawowe zjawiska i problemy makroekonomiczne. • Rozwój systemów gospodarczych, wzrost gospodarczy - pomiar i uwarunkowania produktu i dochodu narodowego oraz jego determinanty, koniunktura gospodarcza (cykle) oraz rola inwestycji w gospodarce, analiza sytuacji w Europie i na świecie. • Znaczenie sektora finansów publicznych, organizacja SFP (podsektory), wpływ polityki fiskalnej na dochód narodowy, rola państwa w gospodarce, budżet jako narzędzie oddziaływania na gospodarkę, zagadnienie deficytu budżetowego i długu publicznego, wpływ pomocy publicznej (w tym ze środków UE) na rozwój podmiotów gospodarki narodowej, analiza sytuacji w Europie. • Rozwój systemu pieniężnego, rola pieniądza w gospodarce, pieniądz sensu stricte i sensu largo, popyt na pieniądz, podaż pieniądza i mechanizmy jego kreacji, ilościowa teoria pieniądza, agregaty pieniądza. • System bankowy państwa, rola banku centralnego i polityki monetarnej, narzędzia polityki monetarnej, rynek międzybankowy oraz działalność banków komercyjnych. • Zjawisko inflacji oraz jej skutki społeczne i ekonomiczne, popytowe i podażowe przyczyny inflacji, pomiar zjawisk inflacyjnych - wskaźniki inflacji, analiza sytuacji w Europie, polityka antyinflacyjna. • Rynek pracy, polityka zatrudnienia, znaczenie kompetencji oraz procesów demograficznych, elastyczność rynku pracy, bezrobocie jako problem ekonomiczno-społeczny. • Międzynarodowe relacje gospodarcze, rynek walutowy, bilans płatniczy, jednolity rynek Unii Europejskiej i jego znaczenie dla rozwoju państw członkowskich, w tym rozwijających się. Rola Unii Europejskiej w gospodarce globalnej.

Eksploatacja statków latających	K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K02, K_K05

• Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej • Terminologia z zakresu eksploatacji • Problemy eksploatacyjne techniki lotniczej • Ocena właściwości eksploatacyjnej pojedynczego elementu • Analiza właściwości eksploatacyjnych złożonych systemów technicznych • Organizacja systemu transportowego • Systemy bezpieczeństwa lotów • Badania eksploatacyjne statków powietrznych • Organizacja procesu obsługi naziemnej statku powietrznego • Procedury przygotowania do lotu statku powietrznego • Procedury przeglądu statku powietrznego po locie

Fizyka 1	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04

• Elementy mechaniki klasycznej:Zasady dynamiki Newtona. Zasady zachowania: energii, pędu, momentu pędu. Mechanika brył sztywnych. • Elementy szczególnej teorii względności: zasada względności, koncepcja czasu i przestrzeni, czasoprzestrzeń, geometria czasoprzestrzeni. Transformacje Lorentza. Kinematyka i dynamika relatywistyczna. • Pole elektromagnetyczne. Oddziaływanie ładunków w ruchu. Fale elektromagnetyczne. • Optyka geometryczna i falowa. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. • Elementy wibroakustyki. Drgania harmoniczne proste, tłumione i wymuszone. Pełny zakres częstotliwości fal sprężystych; infradźwięki, dźwięki, ultradźwięki, hiperdźwięki. Właściwości fizyczne ultradźwięków, zastosowania w technice. Obszar słyszalności, poziom ciśnienia akustycznego. Hałas. Ochrona środowiska . • Elementy optyki. Optyka geometryczna, optyka falowa. Zastosowania w technice. • Przenikanie się i wzajemna stymulacja fizyki i techniki.

Fizyka 2	K_W02, K_U08

• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Regula faz Gibbsa, wyznaczanie ilości stopni swobody • Wykresy fazowe stopów dwuskładnikowych z przemianą eutektyczną i perytektyczną • Wykresy fazowe stopów trójskładnikowych. • Nadprzewodnictwo • Zajęcia organizacyjne • przepływ ciepła w metalach i stopach - pomiar przewodnictwa cieplnego • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe w metalach i stopach • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Widma atomowe • Zajęcia zaliczeniowe

Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	K_W05, K_U12, K_K04

• Przedmiot, cel i zakres geometrii wykreślnej. Elementy podstawowe w geometrii wykreślnej i podstawowe pojęcia. Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przybależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur z płaszczyzny rzutującej. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w ośmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Punkt przebicia wielościanu prostą. Przenikanie wielościanów. • Powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. • Widoki, przekroje i kłady przedmiotów. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Rysunki wykonawcze części maszyn. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Praca kontrolna: pismo techniczne. • Sprawdzian: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. • Sprawdzian: rzuty prostokątne. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna: przenikanie brył. • Sprawdzian: przekroje proste. Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Uzupełnienie dokumentacji studenta.

Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	K_W05, K_U12, K_K01

• Zastosowanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Przypomienie wiadomości o tolerancjach geometrycznych, pasowaniach i chropowatości powierzchni. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elekroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złozeniowe • Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Przekroje złożone: na podstawie rysunku asonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych wraz z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: tuleja, wał, koło zębate, pokrywa, wspornik. • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji.

Historia techniki lotniczej	K_W12

• Epoka pierwszych wzlotów balonowych. Pionierzy aerostatów. Bracia Montgolfier, Alberto Santos-Dumont. Początki techniki sterowców. Wykorzystanie wczesnych silników spalinowych do napędu aerostatów. • Rozwój techniki sterowcowej. Sterowce szkieletowe hrabiego Zeppelina - struktura sterowców. Wykorzystanie duraluminium w konstrukcjach sterowców • Właściwości profilu aerodynamicznego, zasada działania skrzydła, podstawowe wielkości aerodynamiczne, lot ślizgowy. Biegunowa profilu, skrzydła, samolotu. Projekty statków powietrznych epoki wczesnopionierskiej. • Pierwsze loty ślizgowe. Szybowce Otto Lilienthalla. Pierwsze loty silnikowe: samoloty braci Wright • Zasady silnikowego

lotu horyzontalnego. Stateczność statyczna, zapas stateczności. Samoloty epoki pionierskiej. Alberto Santos-Dumont, Henry Farman, Louis Bleriot. Pierwsze przeloty rekordowe • Zasada działania sterów i lotek. Urządzenia zmieniające właściwości aerodynamiczne skrzydła. Polskie konstrukcje lotnicze ery pionierskiej • Lotnictwo wojskowe I Wojny Światowej. Rozwój konstrukcji lotniczych - pierwsze struktury półskorupowe i skorupowe. Lotnice silniki spalinowe okresu I WS. Sylwetki lotników: Manfred von Richthoffen, Albert Ball, Rene Fonck, Ostwald Boelcke, Charles Nungesser • Rozwój lotnictwa komunikacyjnego okresu międzywojennego. Wielkie przeloty rekordowe. Wyścig Londyn-Melbourne. • Podstawowe zagadnienia wytrzymałości konstrukcji. Rodzaje struktur lotniczych i sposoby przenoszenia obciążeń Początki wielkich koncernów lotniczych: Boeing, Douglas. Pierwsze konstrukcje lotnicze o cienkościennych pokryciach pracujących • Konstrukcje lotnicze II Wojny Światowej. Pierwsze napędy odrzutowe. Polskie konstrukcje lotnicze wykorzystane w wojnie obronnej. Rozwój silników spalinowych: sławne konstrukcje (Junkers, BMW, Rolls-Royce, Alisson, Wright) Sylwetki sławnych lotników • Projekty lotnicze końcowego etapu wojny i ich wykorzystanie w okresie powojennym. Rozwój napędów odrzutowych, samoloty użyte podczas konfliktu w Korei. Rozwój samolotów komunikacyjnych okresu powojennego. Pierwsze konstrukcje pasażerskie z napędem odrzutowym. • Początki zastosowania kompozytów w lotnictwie. Konstrukcje militarne do zadań specjalnych: samoloty U-2 i Lockheed Blackbird. Przegląd wojskowych konstrukcji powojennych, do czasów współczesnych • Początki techniki rakietowej. Zasady lotu orbitalnego, prędkości kosmiczne. Zarys historii lotów kosmicznych • Zajęcia seminaryjne - referaty na tematy uzgodnione z prowadzącym, z zakresu historii lotnictwa i techniki lotniczej

Informatyka	K_W03, K_U02, K_U06, K_U17, K_K01, K_K04

• Przypomnienie wiadomości z Technologii informacyjnej. Programowanie proceduralne w języku C++. Przekazywanie tablic (jedno- i dwuwymiarowych) do funkcji. Funkcje rekurencyjne. Funkcje biblioteczne. • Szablony funkcji. Struktury. Definicja typów strukturowych. Tworzenie zmiennych strukturowych. Odwołanie do składników struktur. Unie. • Pliki tekstowe i nietekstowe (binarne). Zmienne plikowe - strumienie. Operacje na plikach: tryb tekstowy i nietekstowy, otwieranie i zamykanie plików, zmiana wskaźnika danych pliku, odczyt i zapis ciągów znaków i bloków bajtów. Wykorzystanie funkcji biblioteki fstream. • Podstawy programowania zorientowanego obiektowo. Definicja typów (klas) obiektowych. Enkapsulacja: specyfikacja dostępu do składników. Tworzenie zmiennych obiektowych. Odwołanie do składników (danych i metod) obiektów. • Programowanie zorientowane obiektowo. Dziedziczenie. Polimorfizm, funkcje wirtualne. • Kolokwium zaliczeniowe wykładu. • Zasady tworzenia programów w środowisku C++. Pierwsze programy: instrukcja przypisania, operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne, wprowadzanie i wyprowadzanie danych, formatowanie operacji we/wy. Programy wykorzystujące instrukcje warunkowe: if, switch. • Instrukcje iteracyjne for, while, do-while. Rejestracja danych w pętli, wyznaczanie wartości ekstremalnych, obliczanie parametrów statystycznych zarejestrowanych danych. Obliczanie n! przy pomocy wybranej (przez menu z instrukcją switch) instrukcji iteracyjnej, szukanie NWP dwóch liczb całkowitych. Tablicowanie wybranej funkcji jednej zmiennej. Wyznaczanie miejsca zerowego funkcji jednej zmiennej przy pomocy metody bisekcji. • Tablice jednowymiarowe (wektory). Szukanie wartości ekstremalnych, wyznaczanie parametrów statystycznych, obliczanie iloczynu skalarnego wektorów. Generowanie nowego wektora na bazie zadanych (dwóch) wektorów. Zamiana miejscami wybranych elementów w wektorze (np. zamiana parami, odwracanie kolejności). • Tablice dwuwymiarowe (macierze). Iloczyn skalarny wiersza i kolumny macierzy zgodnych, mnożenie macierzy. Sumowanie wybranych elementów (wierszy, kolumn, obszarów) macierzy. Wyznaczanie wektora z elementów odpowiednich wierszy (kolumn) macierzy. • Kolokwium I. • Programowanie proceduralne - podprogramy. Funkcja wykorzystująca wszystkie sposoby przekazywania parametrów (przez wartość, wskaźnik, referencję) i zwracająca kod błędu. Funkcje wywoływane w pętli. • Funkcje operujące na tablicach jedno- i dwuwymiarowych. Funkcja do sortowania wektora. Funkcja do wyszukiwania binarnego zadanej wartości w posortowanym wektorze. Wykorzystanie funkcji do operacji na wektorach w postaci wierszy macierzy. Struktury: liczby zespolone, tablice których elementami są struktury. • Odczyt i zapis danych w plikach tekstowych i nietekstowych (wyznaczanie parametrów statystycznych danych liczbowych zapisanych w pliku, wyszukiwanie danych według zadanego kryterium). Projekt systemu zarządzania bazą danych (np. osobowych) zapisanych w pliku. • Kolokwium II. • Programowanie zorientowane obiektowo.

Język angielski (A)	K_U05

• Opowiadanie o sobie, rodzinie, domu, upodobaniach. Zadawanie różnego rodzaju pytań. • Rozmowa na temat ważnych miejsc i dat. Pisanie e-maila formalnego i nieformalnego. • Wypowiadanie się na temat różnic między kobietami i mężczyznami oraz stereotypów. Wyrażanie opinii. • Opisywanie ludzi. Powtórzenie czasów gramatycznych (Present Simple i Continuous, Past Simple i Continuous) Opisywanie funkcji i zastosowań rozwiązań technicznych. (str. 6-9) • Rozmowy i wywiady. Opisywanie zdjęć. • Udzielanie rad dotyczących udziału w rozmowie o pracę. Mówienie o sobie samym • Wypowiadanie się na temat filmu. Wyrażanie opinii na temat filmów. • Pytanie o doświadczenia i opisywanie doświadczeń. Czasy gramatyczne Present Perfect i Past Simple. Inżynieria materiałowa. Opisywanie i kategoryzacja materiałów (str. 14-17) • Mówienie o mediach. Wyrażanie opinii na temat teorii spiskowych. Dobieranie nagłówków prasowych do wyjaśnień. • Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości. Pisanie artykułu z opisem wydarzenia. • Wypowiadanie się na temat kłamstw i kłamania. Używanie czasowników 'say' and 'tell'. • Słuchanie anegdot. Opowiadanie anegdot i historii z przeszłości. • Wyrażenia używane do opisywania dobrych i złych doświadczeń. Mówienie o pamiętnych momentach. Pisanie o najszczęśliwszych momentach. Praca z rysunkiem technicznym. Omawianie wymiarów i dokładności (str. 30-33) • Mówienie o problemach nastolatków i ich rodziców. Wyrażanie opinii na podstawie przeczytanego tekstu. • Wyrażanie przyszłości: czasy Present Continuous, going to, might. Pisanie wiadomości i robienie notatek. • Wyrażanie przyszłości (przypuszczenia): will, might, may, going to, likely to. Określenia czasu przyszłego, wyrażenia idiomatyczne. • Słuchanie o przewidywaniach na temat przyszłości komunikacji. Mówienie o tym, jak rzeczy zmienią się w przyszłości. Opisywanie różnych rodzajów problemów technicznych. Ocena i interpretacja awarii. (str. 38-41) • Czytanie opowiadania o nieporozumieniach. Radzenie sobie z nieporozumieniami. Rodzaje nieporozumień. Wyrażenia służące poproszeniu o parafrazowanie wypowiedzi. • Słuchanie rozmowy telefonicznej zawierającej nieporozumienie. Parafraza i relacjonowanie opowieści o nieporozumieniach. Odgrywanie sytuacji rozwiązywania nieporozumień. • Czytanie tekstu o milionerach. Czasowniki modalne: must, have to, should. • Dyskusja na temat cech potrzebnych do wykonywania danych zawodów. Odpowiadanie na pytania w ankiecie i omawianie wyników. • Czytanie o marzeniach z dzieciństwa. Czytanie ogłoszeń o pracę. Used to i would. Opisywanie przyczyn awarii. Omawianie napraw i przeglądów okresowych urządzeń. (str. 42-45) • Słuchanie wypowiedzi na temat niepowodzeń w wykonywanych zawodach. Mówienie o zwyczajach w przeszłości. Pisanie listu motywacyjnego. • Dochodzenie do porozumienia. Kolokacje z zakresu języka biznesowego. Wyrażanie opinii. Omawianie wymogów technicznych. Sugerowanie pomysłów i rozwiązań. (str. 46-49) • Słuchanie nagrania spotkania na którym podejmowane są decyzje. Kierowanie dyskusją. Uczestnictwo w spotkaniu i tworzenie biznesplanu. • Rozmowy w miejscu pracy; wyrażenia używane do opisywania czynności rutynowych. Opisywanie typowego dnia. • Czytanie artykułu na temat wpływu technologii na zmiany w świecie. Stopień wyższy i najwyższy przymiotnika. Słownictwo z zakresu technologii. • Mówienie o tym jak technologia zmieniła świat. Mówienie o różnych środkach transportu. Pisanie rozprawki. • Pytania rozłączne. Słowa używane w pytaniach. Słowotwórstwo: przymiotniki. • Słuchanie ludzi odpowiadających z zakresu wiedzy ogólnej. Test wiedzy ogólnej. Odpowiadanie na pytanie z zakresu specjalizacji studenta. • Uprzejme prośby. Problemy i ich rozwiązywanie. • Słuchanie rozmów na temat problemów technicznych. Odpowiadanie na prośby. Odgrywanie próśb i reakcji na nie. • Czytanie tekstu o podstawowych emocjach. Tryby warunkowe. Przymiotniki zakończone na -ing oraz -ed. Czasowniki złożone. • Słuchanie programu radiowego o terapiach. Mówienie o emocjach. Dyskusja na temat porad dla ludzi w różnych sytuacjach. • Drugi tryb warunkowy. Kolokacje czasowników z rzeczownikami. • Dyskusja na temat zachowania w różnych hipotetycznych sytuacjach. Pisanie listu z poradami. • Przekazywanie dobrych i złych wiadomości. Relacjonowanie wydarzeń na żywo. • Słuchanie rozmów podczas których ludzie otrzymują wiadomości. Przekazywanie i otrzymywanie wiadomości. Odgrywanie sytuacji przekazywania wiadomości. • Wyrażenia do opisywania dobrych i złych doświadczeń. Mówienie o pamiętnych momentach. Pisanie - najszczęśliwsze momenty w życiu. • Czytanie krótkiego wstępu do The Secret of Success. Porównaie czasów Present perfect simple i continuous. • Czasowniki modalne do wyrażania umiejętności. Czytanie tekstu biograficznego o człowieku z bardzo dobrą pamięcią. • Słuchanie rozmowy na temat pamięci. Mówienie o umiejętnościach. Pisanie streszczenia. • Doprecyzowanie opinii. Czytanie tekstu o kwalifikacjach. • Słuchanie dyskusji na temat inteligencji. Odnoszenie się do wcześniejszych wypowiedzi. Wybieranie odpowiedniego kandydata na stanowisko. Wyrażanie opinii i podawanie przykładów. • Czytanie bloga o sąsiadach. Przedimki. Określenia ilościowe. • Opisywanie sąsiedztwa i dyskutowanie w jaki sposób można by je ulepszyć. • Zdania zależne. Słownictwo związane z internetem. Czytanie recenzji strony internetowej. • Słuchanie opisów społeczności internetowych. Porównywanie czynności rzeczywistych i wirtualnych. Pisanie recenzji strony internetowej. • Witanie gości. Czytanie tekstu o tym jak być dobrym gościem. • Słuchanie ludzi opisujących doświadczenia z gośćmi/gospodarzami. Przyjmowanie przeprosin. Dyskutowanie trudnych sytuacji towarzyskich. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.

Język angielski (B)	K_U05

• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słowotwórstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. Opisywanie funkcji i zastosowań rozwiązań technicznych. (str. 6-9) • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie. Inżynieria materiałowa. Opisywanie i kategoryzacja materiałów (str. 14-17) • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. Praca z rysunkiem technicznym. Omawianie wymiarów i dokładności (str. 30-33) • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne. • Quizy i konkursy Opisywanie reguł, zasad działania Uzyskiwanie informacji Czasowniki • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdoty. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. Opisywanie różnych rodzajów problemów technicznych. Ocena i interpretacja awarii. (str. 38-41) • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. Opisywanie przyczyn awarii. Omawianie napraw i przeglądów okresowych urządzeń. (str. 42-45) • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. Omawianie wymogów technicznych. Sugerowanie pomysłów i rozwiązań. (str. 46-49) • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słowotwórstwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne. • Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Grmatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji. • Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału". • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przestępstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyimkami. Przestępstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przestępstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.

Jezyk francuski (A)	K_U05

• Zaimki pytające (inwersja prosta i złożona). • Wycieczka po Paryżu- redagowanie krótkich tekstów reklamowych. • Relacjonowanie wydarzeń z użyciem czasu le passé composé. • Zwroty i wyrażenia dotyczące opisu przeszłości. • Porównanie systemów edukacji w Polsce i we Francji; komentowanie danych liczbowych. • Prezentacja uczelni i kierunku studiów. • Czasy l'imparfait i le passé composé w opowiadaniu o minionych wakacjach. • Zaimki dopełnienia bliższego w różnych czasach i trybach. • Zaimki dopełnienia dalszego w różnych czasach i trybach. • Porównanie zalet i wad życia na wsi i w mieście; stopniowanie przymiotników. • Analiza ogłoszeń nieruchomości; tryb le conditionnel présent. • Zaimki dzierżawcze przymiotne i rzeczowne. • Formułowanie hipotez i opinii; formy bezosobowe czasowników. • Opis przedmiotu i rzeczy; miejsce przymiotnika w zdaniu. • Zaimki względne proste. • Słownictwo związane z zakupami, negocjowanie ceny. • Prace domowe, podział obowiązków w rodzinie. • Ulubiona potrawa- przygotowanie sondażu, komentowanie pisemne wyników sondażu. • Sposoby ubierania się w różnych sytuacjach, uroczystości rodzinne. • Zaimek względny dont. • Wyrażanie opinii własnej. • Środki transportu- porównania. • Biografia znanej osoby; czas le plus-que –parfait. • Rola mody w życiu- prezentacja opinii. • Zaimki dopełnienia bliższego i dalszego COD/COI w czasie przeszłym. • Uzgadnianie form imiesłowu czasu przeszłego z podmiotem i dopełnieniem bliższym. • Mowa zależna- zdania oznajmujące. • Wypadek samochodowy- wyrażanie przyczyny. • Relacje sąsiedzkie- opis osób. • Hipotezy na temat poszczególnych postaci z tekstu. • Wyrażanie własnej opinii na temat wspólnego mieszkania z innymi osobami. • Tryb „gérondif" jako wyrażenie równoczesności, sposobu, przyczyny. • Rozrywka i spędzanie czasu wolnego. • Pytania w mowie zależnej. • Zaimki względne złożone. • Prezentacja wybranego regionu Francji. • Strona czynna i bierna czasownika. • Recenzja z filmu. • Artykuł prasowy- użycie strony biernej. • Ogłoszenie o pracę, CV, list motywacyjny- analiza dokumentów. •

Zwroty i wyrażenia w korespondencji administracyjnej- pisanie listu motywacyjnego. • Rozmowa kwalifikacyjna. • Praca studentów, nawiązywanie kontaktów zawodowych. • Tryb „subjonctif"- wprowadzenie. • Opowiadanie doświadczeń zawodowych. • Internet jako najpopularniejsze medium. • Czasy przyszłe: le futur proche/ le futur simple; zdanie warunkowe „si+présent+futur simple" • Plany na przyszłość. • Zdanie warunkowe « si+ imparfait+conditionnel présent » • Wyrażanie życzeń. • Przysłówki- tworzenie, miejsce w zdaniu. • List prywatny, odpowiedź na list prywatny.

Język francuski (B)	K_U05

• Opowiadanie i relacjonowanie wydarzeń w czasie przeszłym. • Paryż jako stolica mody. • Miejsce zaimków COD/COI w różnych czasach. • Zawody zanikające i nowoczesne. • Prezentacja znanego projektanta mody. • Zaimki rzeczowne wskazujące i dzierżawcze. • Zaimki względne proste i złożone. • Strój ponadczasowy- jeans. • Skargi i rozwiązania problemów, udzielanie rad. • Wyrażanie przyczyny i skutku. • Tryb „subjonctif" w wyrażaniu celu. • Zasady ruchu drogowego- nakazy i zakazy. • Pytania w mowie zależnej. • Wybór zawodu, uzasadnienie wyboru. • Wyrażanie przyczyny. • Mieszkanie w kraju i za granica, argumentacja. • Symbole narodowe Polski i Francji. • „Le passé simple- czas literacki". • Porównania- różne style mieszkań, stopień wyższy przymiotników nieregularnych. • Rynek nieruchomości we Francji i w Polsce. • Wyrażanie przyzwolenia. • Emigracja i mobilność, wyrażanie opinii. • „Le savoir-vivre" zasady dobrego wychowania. • Wypada/ nie wypada podobieństwa i różnice w obyczajach polskich i francuskich. • Przeczenie- podsumowanie. • Wyrażanie zakazu. • Wyrażanie hipotezy. • Strona bierna w artykule prasowym. • Zmiany klimatyczne- słownictwo związane z ekologią. • Nasze zachowania ekologiczne. • Plany na przyszłość, wyrażenia czasowe. • Emeryci kiedyś i dziś; zmiany w zachowaniu i postrzeganiu seniorów. • Tworzenie przedsiębiorstwa- wizja rozwoju. • Wynalazki, które zrewolucjonizowały nasze życie. • Wyrażanie hipotezy i warunku. • Rozwiązania ekologiczne w skali miasta, regionu, kraju. • Przyjaciel idealny; stopień najwyższy przymiotnika. • Współcześni idole. • Prezentacja ulubionej postaci. • Pasje w naszym życiu. • Zgodność czasów w opowiadaniu. • Globalizacja, skutki pozytywne i negatywne. • Konstrukcje czasownikowe z bezokolicznikiem. • Wyrażanie sprzeciwu wobec propozycji. • Sztuka argumentacji w wystąpieniu. • Telefon komórkowy piekło czy raj? • Gdzie kończy się Europa?- informacje o Unii Europejskiej. • Czasowniki przydatne w argumentacji. • Spójność argumentacji- łączniki logiczne. • Transformacje zdań- wyrażanie związków logicznych. • Szkolnictwo wyższe- fakty i oczekiwania. • Prezentacja wybranego przedsiębiorstwa.

Język niemiecki (A)	K_U05

• Przyjaźń, spotkania, relacje międzyludzkie, pokrewieństwa. Deklinacja typu „n". • Opis osób, przedstawianie , charakterystyka typów zachowań, cechy charakteru. • Prezentacja sylwetki wybranej osoby. Rzeczowniki odprzymiotnikowe. • Magazyn czytelnika – spotkania klasowe po latach i znajdowanie kolegów przez internet, praca z tekstem. • Zawód i praca, miejsce pracy, przedstawienie wad i zalet. • Opis wydarzeń z przeszłości. Czas przeszły Präteritum czasowników regularnych, nieregularnych i mieszanych. • Sprawozdanie z odbytej praktyki, opinia o pracowniku. • Warunki i formy pracy, wymagania, kompetencje. • Praca z filmem – zawody, wykonywane czynności, warunki pracy. • Prezentacja własnych planów i zamiarów zawodowych. • Sytuacja mieszkaniowa, wywiad z pośrednikiem handlu nieruchomościami. Zaimek względny i zdanie względne • Analiza ofert i ogłoszeń, objaśnienie skrótów. Okoliczniki czasu. • Mieszkanie w Niemczech: teksty informacyjne, statystyki, wykresy. • Obsługa klienta, rozmowy telefoniczne. Wzorce reakcji językowych w poszczególnych sytuacjach. • Reklamacja ustna i pisemna. Zdania z „obwohl" i „trotzdem". • Schemat pisma formalnego, zestaw stosowanych zwrotów. • Zaproszenie na firmowe spotkanie promocyjne – praca z tekstem. • .Komputeryzacja życia codziennego, funkcje urządzeń pełnione obecnie i w przyszłości. • Wizje postępu technicznego w przyszłości. Czas przyszły Futur I. • Zastosowanie urządzeń elektronicznych w życiu prywatnym i zawodowym – prezentacja. • Praca z filmem – historia i rozwój przedsiębiorstwa, właściwości produktów i ich dystrybucja. • Zaproszenia prywatne i oficjalne. Spójnik warunkowy „falls". • Spotkanie biznesowe, reguły zachowań przy posiłkach i w sytuacjach towarzysko-służbowych. • Plany wakacyjne, wyrażanie życzeń, marzeń i zamiarów. Czasownik „sollen". • Media, rynek prasowy w Niemczech. • Charakterystyka wybranego czasopisma – prezentacja. • .Zakupy, wybór produktów, reakcja na sugestie i propozycje. Konstrukcje zdaniowe z „zu" przed bezokolicznikiem. • Prowadzenie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów. • Doradztwo w sprawach wyProwadzenie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów.boru zawodu, założenia firmy i pozyskiwania klientów. • Wybór zawodu, określanie własnych zdolności i umiejętności. Zdania przyczynowe. • Test wyboru zawodu i kompetencji socjalnych. Profile zatrudnienia. Zdania czasowe ze spójnikiem „bevor" i „während" • Opis osobowości i uzdolnień, wyrażanie opinii i przedstawianie wyników testu. • Miniprojekt - zawód a predyspozycje, słabe i mocne strony kandydata, rozmowa u doradcy. • Praca z filmem – historia i rozwój wydawnictwa Hueber, przedsiębiorstwo rodzinne i jego produkty. • Warunki pracy, koncepcja przedsiębiorstwa przyjaznego pracownikowi. Deklinacja i stopniowanie przymiotnika. • Unia Europejska, możliwości pracy w państwach unijnych, historia, rynek wewnętrzny i główne instytucje. • Zakaz palenia w miejscu pracy – formułowanie argumentów pro i kontra, wyrażanie opinii. Tryb rozkazujący. • IStruktura prezentacji, wzór, typowe zwroty. • Czynniki warunkujące dobre zatrudnienie, atrakcyjność przedsiębiorstwa. • Niewykorzystane szanse i możliwości. Zdania nierzeczywiste w przeszłości. • Relacje z doznanych niepowodzeń - audycja radiowa. Tryb przypuszczający Konjunktivll. • Telefon zaufania, rozmowy o zaistniałych sytuacjach. Struktury „wäre / hätte" + Partizip II. • Opis kontrowersyjnych wydarzeń, dyskusja i komentarz. • Wyrażanie rozczarowania i reakcja na nie – pisanie maila, praca z tekstem na blogu. • Sytuacje codzienne wywołujące uczucie szczęścia. Czas zaprzeszły Plusquamperfekt. • Wyrażanie emocji – środki językowe. • Podsumowanie minionego roku i pomyślnych wydarzeń. Zdania czasowe z „nachdem". • Praca z filmem – „ Nasz kawałek szczęścia " Historia rodziny, ważne dziedziny życia, przeżywanie powodzenia i satysfakcji. • .Imprezy, uroczystości, wydarzenia w miejscu pracy. • Początki pracy zawodowej. Speed-Dating, oczekiwania pracodawców. • Zestawienie świąt i wydarzeń. Zaproszenia pisemne na różne okazje. • Schemat maila i listu okolicznościowego, części składowe. Pisanie zaproszeń.

Język niemiecki (B)	K_U05

• Nowoczesne media komunikacyjne. Nawiązywanie kontaktów - Speed-Dating. • Określanie własnych umiejętności językowych - praca z filmem. Deklinacja przymiotnika po rodzajniku określonym, nieokreślonym i bez rodzajnika. • Kompetencje medialne, umiejętność twórczego wykorzystania internetowych zasobów w uczeniu się języka obcego, nawigowanie w sieci. Przysłówki czasu. • Biznesowe spotkania w nowym gronie, formy powitania, przedstawiania siebie i innych. • Strategie uczenia się języka obcego zawodowego. • Spotkania prywatne i służbowe. Partykuły modalne. • Planowanie i organizacja uroczystości. • Zaproszenia ustne i pisemne, uzgadnianie terminu spotkania. Rekcja czasowników. Przysłówki zaimkowe w pytaniach i odpowiedziach. • Praca z filmem - „Oktoberfest". • Planowanie i przygotowanie prezentacji. • Posiłek biznesowy, quiz ze znajomości etykiety. • Prezentacja, cechy dobrej prezentacji. • Przygotowanie prezentacji produktu. • Planowanie urlopu, oferty biur podróży. Przypuszczenia - czasownik „werden + wohl" + bezokolicznik • Zakwaterowanie, noclegi - ocena hotelu, opinie na stronie internetowej. Zdania względne, zaimki względne. • Komunikacja miejska w krajach niemieckojęzycznych. • Podróże i pojazdy przyszłości. Czas przyszły „Futur I". • Praca z filmem - podróże marzeń. • Organizacja konferencji, wybór hotelu, korespondencja służbowa. • Rynek mieszkaniowy, różne formy zamieszkiwania. Rzeczowniki złożone. • Wspólnota mieszkaniowa, akademik. Poszukiwanie mieszkania, ogłoszenia. Przyimki określenia czasu. • Pokój studencki, wyposażenie, opis funkcji poszczególnych mebli i przedmiotów. • Zamiana mieszkań na okres wakacji. Szyk wyrazów w zdaniu głównym. • Dom wielopokoleniowy. • Biuro, wyposażenie, przyjazny klimat. • Wspólnota mieszkaniowa ludzi biznesu, wady i zalety. • .Prezentowanie wykonywanego zawodu - praca z filmem. • Idealne miejsce pracy. Tryb przypuszczający. • Ogłoszenia o pracę, życiorys. • Różne metody poszukiwania pracy- Speed- Dating. Rady i wskazówki dla ubiegających się o pracę. Zdania z „damit" i „um...zu". • Podanie o pracę, udzielanie informacji na temat swojego wykształcenia i doświadczenia zawodowego. • Small-talk , wyrażanie opinii na temat wykonywanego zawodu - wady, zalety. • Sławni kompozytorzy i muzycy, notatka biograficzna. Przeczenia. • Style w muzyce, instrumenty muzyczne, zespoły muzyczne. • Festiwale i koncerty muzyczne w krajach niemieckojęzycznych, kalendarz imprez muzycznych. • Planowanie wspólnego wieczoru, zaproszenie na koncert, pisanie prywatnego maila. • Zespół „Rammstein" - prezentacja zespołu. Uzasadnianie wyboru. Zdania z „denn", „weil", „nämlich", „deshalb". • Niemiecka muzyka rockowa - praca z filmem. • Przygotowanie prezentacji na temat niemieckiej muzyki rockowej. • Gry planszowe, teleturnieje. Reguły ulubionych gier. Strona bierna. • Handel elektroniczny, sklep internetowy • Psychologia sprzedaży, interpretowanie zachowań odbiorcy działań marketingowych. Strona bierna z czasownikami modalnymi. • Przyzwyczajenia konsumentów podczas robienia zakupów, identyfikacja różnic w zachowaniu konsumentów. • Dyskusja na temat zakupów online - pozytywy, negatywy. • Zawartość portfela, konto bankowe, karty kredytowe. • Zdobywanie nowych umiejętności, podnoszenie kwalifikacji, oferty kursów, certyfikaty. Dopełniacz rzeczownika. • Zaawansowane techniki wyszukiwania informacji, systemy kształcenia na odległość, platformy edukacyjne. • Wyposażenie nowoczesnego laboratorium językowego. Przyimki określenia miejsca. • System kształcenia w Niemczech - forum dyskusyjne. • Zawody techniczne, obsługa i opis sprzętu technicznego, instrukcje obsługi. Przyimki z celownikiem i biernikiem. • Awarie i uszkodzenia urządzeń. Tryb rozkazujący. • Reklamacje - korespondencja mailowa.

Język rosyjski (A)	K_U05

• Sposoby zdrowego odżywiania się. • Zwyczaje ślubne w Polsce oraz w Rosji. • Święta rodzinne! Zdania współrzędnie złożone ze spójnikami a, и, но, или. • Czas wolny. Redagowanie krótkiej recenzji spektaklu/ filmu. • Środki masowego przekazu. Wyrażanie opinii n/t mass mediów i ich roli. • Internet czy gazety? • Zaimki wskazujące этот, эта, это, эти, тот, та, то, те. • Czasownik пользоваться (чем?). • Niepełnosprawni są wśród nas. • Leksyka oraz konstrukcje związane z problemami niepełnosprawnych. • Popularne zawody. Nazywanie popularnych zawodów w formie męskiej i żeńskiej. Zaimki przeczące никто, ничто, некто, нечто, никогда, некогда, никуда, некуда. • Obowiązki zawodowe. • Słownictwo służące do opisywania czynności związanych z wykonywaniem popularnych zawodów • Rozmowa o pracę. Udzielanie porad dotyczących wyboru zawodu oraz przygotowania się do rozmowy o pracę. • Rynek pracy w Moskwie. • Opisywanie zalet i wad niektórych zawodów. • Redagowanie ogłoszeń o pracę. • Praca za granicą. Plusy i minusy pracy za granicą. • Powtórzenie materiału. • Prowadzenie rozmowy n/t planów dotyczących przyszłości po ukończeniu studiów. • Studia w Polsce. • Nazwy uczelni i kierunków studiów; popularne skrótowce. • Słownictwo związane z formalnościami i warunkami przyjęcia na studia. • Studia w Rosji. • Rozwijanie skrótów nazw uczelni i kierunków studiów. • Uzasadnianie wyboru kierunku studiów. • Redagowanie e-maila i listu prywatnego • Życie studenckie. • Konstrukcja стать/быть/ работать (кем?). • Konstrukcja быть по профессии/по образованию (кем?). •Konstrukcja несмотря на то,что. • Wycieczki. • Opisywanie/planowanie /relacjonowanie przebiegu wycieczki zorganizowanej. • Redagowanie pytań dotyczących ofert wycieczek. • Obozy letnie. • Nazwy wyposażenia turystycznego. • Słownictwo związane z podróżowaniem pociągiem. • Rzeczownik путь. • Biuro turystyczne. • Redagowanie ulotek reklamowych wycieczek. • Redagowanie listu formalnego zawierającego określone informacje (reklamacja). • Turystyka w Polsce. • Nazywanie bazy noclegowej. • Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Turystyka w Rosji. • Pełne znaczenie skrótowców турбюро, турбаза, ж/д. • Czasowniki заказать, забронировать. • Wynajem mieszkania na lato. • Leksyka oraz konstrukcje stosowanie w ogłoszeniach o wynajmie mieszkań. • Czasowniki снимать, снять, сдать в аренду. • Biuro nieruchomości. • Opisywanie wyglądu pomieszczeń oraz ich wyposażenia na podstawie ilustracji. • Dom czy mieszkanie? Gdzie lepiej żyć? • Zdania bezpodmiotowe. • Powtórzenie materiału. • Nazwy elementów wyposażenia turystycznego. • Leksyka oraz konstrukcje związane z opisem mieszkania. • Korespondencja e-mailowa. •Redagowanie listu prywatnego n/t pechowego wyjazdu.• Leksyka stosowana w liście prywatnym. • Nasi sąsiedzi. • Imiesłowy przysłówkowe współczesne i uprzednie: tworzenie i zastosowanie. • Ziemia - nasza planeta. • Opisywanie i proponowanie różnych działań proekologicznych. • Prezentacja danych dotyczących biodegradacji niektórych przedmiotów codziennego użytku. • Chroń przyrodę. • Przeprowadzanie ankiety n/t działań na rzecz ochrony środowiska. • Przygotowanie i prezentacja referatu n/t zagrożeń środowiska. • Klęski żywiołowe. • Opisywanie klimatu i pogody. • Nazywanie i opisywanie klęsk żywiołowych. • Ekologiczny kryzys. • Opisywanie klimatu i pogody. • Nazywanie i opisywanie klęsk żywiołowych. • Kataklizmy. • Opisywanie czynności związanych z postępowaniem w sytuacji zagrożenia kataklizmem. • Forma prosta (słowotwórcza) stopnia najwyższego przymiotników. • Świat technologii. • Konstruowanie wypowiedzi dotyczących odkryć naukowych, nowinek technicznych, wyrażanie opinii na ich temat. • Słownictwo związane z korzystaniem z niektórych urządzeń technicznych. • Wynalazki XXI wieku. • Opisywanie technologii informacyjno-komunikacyjnych. • Opisywanie awarii. • Komputer i Internet. • Awarie. • Technika i my. • Nazywanie i opisywanie wynalazków. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Wszyscy jesteśmy równi. • Konstruowanie wypowiedzi n/t społecznych ról kobiet i mężczyzn. • Wyrażanie opinii n/t partnerstwa. • Leksyka i konstrukcje dotyczące równouprawnienia oraz społecznych ról kobiet i mężczyzn • Konflikt pokoleń. • Wyrażanie opinii o konflikcie pokoleń oraz słuszności niektórych nakazów i zakazów. • Młodzieżowe subkultury. • Czasowniki запрещать, запретить. • Zaimki względne каждый, всякий, любой. • Ważne daty w naszym życiu. • Określanie dat wydarzeń. • Liczebniki złożone • Towary i usługi. • Rozumienie tekstu czytanego : dialogi n/t awarii i naprawy przedmiotów codziennego użytku. • Wpływ reklamy na człowieka. • Opisywanie czynności związanych z reklamą. •Nazywanie i opisywanie usług. • Zakupy w Internecie. • Wypowiadanie się n/t zakupów internetowych. • Biernik liczby mnogiej rzeczowników żywotnych i nieżywotnych. • Wojna. • Wyrażanie opinii n/t służby wojskowej (w tym zawodowej oraz służby kobiet): dyskusja. • Słowa i wyrażenia związane z państwem, służbą wojskową, konfliktami oraz problemami wewnętrznymi i międzynarodowymi. • Dług obywatelski. • Rozumienie tekstu czytanego: relacjonowanie treści. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy socjalne. • Nazywanie i opisywanie wybranych problemów społecznych oraz proponowanie sposobów ich rozwiązania. • Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Człowiek i społeczeństwo. • Prowadzenie debaty n/t problemów bezrobocia i bezdomności oraz sposobów walki z nimi. • Konstrukcje czasowe z przyimkami за i через. • Mistrz i Małgorzata. • Relacjonowanie treści tekstu. • Elementy wiedzy o Rosji: życie i twórczość Michała Bułhakowa. • Mitologia słowiańska. • Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Domowoja : ducha domu. • Malarstwo rosyjskie. • Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t malarzy rosyjskich : Iwana Szyszkina i Wasilija Kandinskiego. • Federacja Rosyjska. • Słownictwo związane ze strukturą i ustrojem politycznym Federacji Rosyjskiej. • Rosja dzisiaj. • Rozumienie tekstu czytanego dotyczącego struktury i ustroju politycznego Federacji Rosyjskiej. • Polska w europie. • Rozumienie tekstu czytanego dotyczącego struktury i ustroju politycznego w Polsce.

Język rosyjski(B)	K_U05

• Wygląd zewnętrzny. • Nazywanie cech charakteru. • Pytanie o dane personalne. • Przetwarzanie i przekazywanie informacji. • Problemy etyczne. • Zaimki osobowe z przyimkiem lub bez niego. • Wyposażenie domu. • Czas teraźniejszy czasowników. • Rynek nieruchomości. • Rzeczowniki • Remont mieszkania. • Przymiotniki • Wymagania szkolne. • Czasowniki: учить, учиться, изучать • System oświaty w Polsce i w Rosji. • Wymagania szkolne. • Przyimki: в, на • Zawody i stanowiska. • Czynności związane z wykonywaniem różnych zawodów. • Praca zawodowa. • Opisywanie pracy dorywczej. • Opisywanie rynku pracy. • Czas teraźniejszy czasowników. • Nasze portfolio. • Redagowanie listu motywacyjnego. • Redagowanie CV. • Rzeczowniki. • Święta rodzinne. • Nazywanie i opisywanie świąt i uroczystości. • Zaimki dzierżawcze. • Członkowie rodziny, koledzy i przyjaciele. • Czas wolny i styl życia • Czasowniki zwrotne. • Stosunki między ludźmi. Przysłówki miejsca i kierunku. • Artykuły

spożywcze. Nazywanie artykułów spożywczych. • Nazywanie opakowań produktów. • Lokale gastronomiczne. • Liczebniki 1,2,3,4 w połączeniu z rzeczownikiem i przymiotnikiem. • Opisywanie diet. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Zaimki wskazujące. • Tryb rozkazujący. • Usługi dla ludności. • Kupno i sprzedaż. Czasowniki купить/покупать. • Bank (środki płatnicze). Liczebniki główne. Rzeczownik рубль. • Towary. • Reklama. Przysłówki stopnia i miary. • Środki transportu Ciekawe miejsca w Rosji. • Opisywanie czynności związanych z podróżowaniem. • Nazywanie i opisywanie bazy noclegowej. • Rzeczowniki zakończone na -ий -ия, -ие. • Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Redagowanie blogu. • Dziedziny sztuki (film). • Gatunki filmowe. • Mass media. • Czas teraźniejszy czasowników. • Dyscypliny sportowe. • Obiekty sportowe. • Sportowcy. • Sprzęt sportowy. • Stopień wyższy przymiotników. • Zawody sportowe. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Opisywanie samopoczucia. • Nazywanie i opisywanie objawów chorób i sposobów ich leczenia. • Leczenie. • Przyimki w konstrukcjach określających czas i kierunek • Uzależnienia. • Tryb rozkazujący • Nazywanie podstawowych urządzeń technicznych. • Opisywanie czynności związanych z korzystaniem z podstawowych urządzeń technicznych. • Komputer i internet. Nazywanie elementów z dziedziny „Komputer i Internet". • Flora i fauna. • Nazywanie i opisywanie roślin i zwierząt. • Opisywanie krajobrazu. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękkotematowe. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękkotematowe. • Ekologia. • Opisywanie czynności związanych z ochroną środowiska naturalnego. • Rosja. Opisywanie struktury państwa. • Nazywanie urzędów. • Organizacje społeczne i międzynarodowe. • Czas teraźniejszy czasowników • Gospodarka narodowa. • Konflikty wewnętrzne i międzynarodowe • Życie społeczne. Zaimek себя. • Wyrażenie друг друга. • Konflikty międzynarodowe. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy socjalne. Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Konstrukcje czasowe z przyimkami за i через. • Mistrz i Małgorzata. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje dotyczące życia i twórczości Michała Bułhakowa. • Mitologia. Informacje encyklopedyczne dotyczące wybranych zagadnień z mitologii słowiańskiej. • Wasilij Kandinskij. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Wasilija Kandinskiego. • Relacjonowanie treści tekstu. • Iwan Szukszyn. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Iwana Szyszkina • Relacjonowanie treści tekstu. • Bajki rosyjskie. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Święta w Rosji. Nazywanie i opisywanie świąt. • Święta w Polsce. Nazywanie i opisywanie świąt.

Konstrukcja samolotów	
• WYKŁAD: Wprowadzenie. Obciążenia samolotu: ogólne obciążenia samolotu, obciążenia dopuszczalne i obciążenia niszczące, współczynniki obciążeń i prędkości obliczeniowe. Symetryczne obciążenia sterowane i od podmuchów. • Obciążenia niesymetryczne. Brutalne sterowanie. Obciążenia przy starcie, lądowaniu. Obciążenia awaryjne i obsługowe. • Obciążenia zespołu napędowego i wpływ pracy zespołu napędowego na obciążenie samolotu, obciążenie łoża silnikowego i sąsiednich elementów konstrukcji. • Projektowanie samolotu, etapy projektowania. Ogólna postać zadania projektowego, zmienne, ograniczenia, kryteria. Metody wyboru rozwiązania projektowego. • Układy konstrukcyjne samolotów: rozmieszczenie skrzydeł, usterzeń, podwozia i napędu. • Schematy wytrzymałościowe konstrukcji: kratownice, konstrukcje półskorupowe i skorupowe, zakresy stosowalności. • Rozwiązania konstrukcyjne głównych zespołów samolotu: skrzydeł, kadłubów, usterzeń, podwozi, zespołów napędowych (śmigłowych i odrzutowych). • Obciążenia usterzenia. Obcią¬że¬nia podczas lądowania. Obciążenia zespołu napędowego	
Konstrukcja silników lotniczych 1	K_W06, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U08, K_U12, K_K01, K_K04
• Podział silników lotniczych – schematy konstrukcyjne. Obciążenia zespołów konstrukcyjnych (podział obciążeń: mechaniczne, gazodynamiczne, cieplne), sposoby rozmieszczenia podpór wirników, siły bezwładności i momenty. Struktura nośna silnika - Kadłuby jako elementy nośne konstrukcji. Specyfika obciążeń silników śmigłowych i śmigłowcowych. Węzły mocowania silników do płatowca. • Łożyskowanie wirników. Rodzaje łożysk. Uszczelnienia labiryntowe. Zasady kształtowania podpór. Wpływ sposobu profilowania kanału przepływowego na rodzaj podpór. • Sprężarki lotnicze. Podział sprężarek (osiowe, diagonalne, promieniowe). Klasyfikacja sprężarek osiowych. Konstrukcja sprężarki osiowej (wirnik, typy wirników, sposoby przenoszenia momentu obrotowego w konstrukcjach bębnowych, tarczowych, bębnowo-tarczowych). Łopatki wirnikowe. Charakterystyki geometryczne. Zamki łopatek. Łopatki aparatu kierującego. Kadłuby sprężarek. Uszczelniania. Luz wierzchołkowy, luz osiowy. Urządzenia przeciwoblodzeniowe. Materiały konstrukcyjne. Sprężarki promieniowe. Klasyfikacja. Konstrukcja sprężarki promieniowej. • Turbiny. Konstrukcja zespołu turbiny: tarcze, łopatki, wirnik. Specyfika konstrukcji łopatek chłodzonych. Kadłuby turbin. Konstrukcje wielowirnikowe i wielostopniowe. Łopatki wirnikowe i dyszowe. Luz wierzchołkowy. Uszczelnienia w turbinach. Sposoby łączenia tarcz turbin, sposoby łączenia wirników sprężarek i turbin. Sprzęgła. Rozkłady temperatur w turbinach Łopatki, tarcze, wały). Specyfika obliczeń konstrukcyjnych tarcz turbin. Chłodzenie turbin. Sposoby chłodzenia łopatek turbin (obliczenia wydatku powietrza chłodzącego, sprawność procesu chłodzenia), schematy chłodzenia łopatek turbin, schematy i sposoby chłodzenia tarcz turbin. Materiały konstrukcyjne. • Obliczenia łopatek (profilowanie łopatek sprężarek i turbin). Wyznaczania naprężeń w łopatkach (rozciągających, zginających, skręcających). Momenty gnące – kompensacja momentów gnących. Wyznaczanie środków ciężkości profilu, momentu bezwładności, dobór obliczeniowego układu współrzędnych. Skręcanie łopatek. Wyznaczanie naprężeń w zamku trapezowym łopatki sprężarki i obliczenia konstrukcyjne zamka wielo-trapezowego łopatki turbiny. Wyznaczanie współczynników bezpieczeństwa konstrukcji. Naprężenia cieplne w łopatce. Ocena zapasu wytrzymałości łopatki. Wytrzymałość niskocyklowa łopatek turbin. • Drgania łopatek. Postaci drgań własnych łopatki sprężarki osiowej. Wpływ prędkości obrotowej na częstość drgań własnych łopatki. Wpływ sposobu mocowania łopatki na drgania. Wyznaczanie częstości wymuszających drgania łopatki. Rezonans drgań. Identyfikacja postaci drgań. Sposoby obniżania częstości drgań własnych i naprężeń dynamicznych w łopatkach silników. • Wirniki bębnowe i tarczowe. Wady i zalety. Ocena stanu wytężenia wirnika bębnowego. Stan naprężeń w tarczy pełnej, z otworem centralnym, z łopatkami. Współczynnik bezpieczeństwa konstrukcji tarczy i bębna, rozkłady współczynnika bezpieczeństwa. Technologiczne aspekty konstrukcji bębnowej i tarczowej. Sposoby połączenia tarcz i wałów turbin i sprężarek. • Komory spalania. Schematy konstrukcyjne, wymiary, elementy konstrukcji komory. Podział komór spalania. Komory rurowe, pierścieniowe, pierścieniowo-rurowe. Organizacja procesu spalania w komorze. Obliczenia konstrukcji komory spalania – wytrzymałościowe, dynamiczne. Dobór parametrów komory spalania. Kierunki rozwoju komór spalania. Ekologiczne aspekty organizacji procesów spalania w komorze. Materiały do budowy komór spalania. • Dopalacze. Podstawy procesów spalania w komorze dopalacza. Konstrukcja komory dopalacza – elementy konstrukcji, funkcja (urządzenie wlotowe, rura żarowa, urządzenia zapłonowe). Spalania wibracyjne i niestateczne zakresy pracy dopalacza. Zarys obliczeń wytrzymałościowych dopalacza. Dobór i uszkodzenia komory dopalacza. Materiały konstrukcyjne. • Dysze wylotowe. Rodzaje dysz wylotowych. Dysze regulowane. Dysze z wektorowaniem ciągu. Tłmiki hałasu strumienia wylotowego. • Systemy smarowania silników. Wymagania techniczne. Elementy funkcjonalne systemu. Dobór parametrów konstrukcyjnych. Skrzynki napędu agregatów. Układy zasilania paliwem. Pompy, filtry. • Analiza wybranych awarii silników lotniczych w aspekcie wpływu konstrukcji silnika na powstanie i przebieg awarii (katastrofy). • Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji silników przepływowych. • 1. Dokumentacja silnika lotniczego: jednoprzepływowego, dwuprzepływowego, śmigłowcowego, 2. Schemat konstrukcji silnika jednoprzepływowegoi dwuprzepływowego, identyfikacja zespołów konstrukcyjnych silnika, wymiarowanie silnika 3. Węzły mocowania silnika do płatowca – rozmieszczenie węzłów, identyfikacja węzłów głównych, transportowych, montażowych, obliczenia. 4. Wloty silników. Wyznaczanie obciążeń, wymiarowanie wlotu poddźwiękowego i naddźwiękowego. 5. Profilowanie łopatki sprężarki osiowej. Geometria, środek ciężkości profilu. Wyznaczanie obciążeń, dobór kąta zaklinowania, wyznaczanie naprężeń i rozkładu współczynnika bezpieczeństwa. Wyznaczanie częstości drgań własnych łopatki. Kompensacja momentów gnących. 6. Obliczenia wytrzymałościowe zamka trapezowego. Przekroje krytyczne zamka.	
Lotnicze silniki tłokowe	K_W05, K_W06, K_W07, K_W09, K_U01, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K02
• Podział silników tłokowych (silniki rzędowe, przeciwsobne, widlaste, rzędowe). Obiegi porównawcze tłokowych silników spalinowych (obiegi silników dwu i czterosuwowych), obiegi teoretyczne i porównawcze, projektowanie wykresu obiegu porównawczego. Silniki o zapłonie iskrowym (zasada działania, tworzenie mieszanki palnej, spalanie, komory spalania), Silniki o zapłonie samoczynnym (zasada działania, tworzenie mieszanki palnej, spalanie, komory spalania – rodzaje komór, wady i zalety rozwiązań konstrukcyjnych komór). • Charakterystyki silników i wskaźniki operacyjne (średnie ciśnienie indykowane, prędkość obrotowa, moment obrotowy, moc silnika, sprawność). Jednostkowe zużycie paliwa. Moc jednostkowa, charakterystyka prędkościowa wysokościowa, śmigłowa. • Ekologiczne aspekty użytkowania silnika(zadymienie spalin, toksyczność spalin, hałaśliwość pracy silnika), paliwa silnikowe, oleje, smary. • Obciążenia mechaniczne i cieplne silnika (kinematyka układu korbowego, siły bezwładności, siły gazowe, obciążenia cieplne) • Projektowanie silnika (założenia ogólne, modelowanie i symulacje, dobór liczby cylindrów i układ cylindrów, główne wymiary silnika, szacowanie masy silnika i wymiarów zewnętrznych) • Materiały konstrukcyjne w budowie silników tłokowych lotniczych • Wybrane zespoły konstrukcyjne: zespół tłokowy (tłok, pierścień, sworzeń – obliczenia, materiały, konstrukcja). Wały korbowe, korbowody (konstrukcja wałów, czopy główne, ramię wykorbienia, obliczenia).Wyrównoważanie silnika (silnik jednocylindrowy, widlasty, gwiazdowy) • Układy dolotowe i wylotowe, rozrząd silników czterosuwowych (krzywki rozrządu, napęd zaworów, sprężyny, zawory) Chłodzenie silników (wpływ powietrza na pracę silnika, chłodzenie powietrzne). Układy smarowania silników (oleje silnikowe, schematy układów olejenia, pompy oleju, filtry, zawory przelewowe, miski olejowe). Układy zasilania silników ZI (gaźniki, układy wtryskowe). Układy zasilania silników z ZS (pompy i układy wtryskowe, układ akumulatorowy, pompowtryskiwacze) Regulacja i sterowanie pracą silników. • Doładowanie silników (ciśnienie doładowania, systemy doładowania silników lotniczych, granice doładowania, dobór wielkości sprężarki, charakterystyka wysokościowa silnika doładowanego). Perspektywy rozwoju lotniczych silników tłokowych • 1.Wyznaczanie przebiegu ciśnienia w cylindrze silnika tłokowego 2.Określenie głównych wymiarów silnika 3.Kinematyka mechanizmu korbowego 4.Projekt zespołu tłoka 5.Obliczenia wału korbowego 6.Wyrównoważanie silnika jednocylindrowego 7.Dobór sprężarki doładowującej • 1.Rysunki konstrukcyjne silników tłokowych, dokumentacja techniczna. 2.Badanie wybranych charakterystyk silnika tłokowego 3.Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej (w zależności od śmigła) 4.Charakterystyka dławiona silnika tłokowego	
Matematyka 1	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
• Elementy logiki matematycznej, funktory i kwantyfikatory. Zasada indukcji matematycznej. Równania i nierówności wymierne i wielomianowe, schemat Hornera, wykresy funkcji liniowych, wielomianowych, wymiernych, prostych funkcji niewymiernych (przypomnienie). Przegląd funkcji elementarnych: funkcje trygonometryczne, cyklometryczne (arcsin(x) i arctg(x)), wykładniczych i logarytmicznych. Równania i nierówności trygonometryczne, wykładnicze i logarytmiczne. Składanie funkcji. • Liczby zespolone, postać algebraiczna i trygonometryczna, wielomiany zespolone, przykłady pierwiastków zespolonych, Zasadnicze Twierdzenie Algebry. • Ciągi liczbowe (rzeczywiste i zespolone), granica ciągu. Szeregi liczbowe, zbieżność szeregów. Szeregi potęgowe. Przykłady funkcji zespolonych wyrażone szeregami, funkcja wykładnicza, trygonometryczne, wymierne, logarytm zespolony. Granica funkcji, ciągłość funkcji rzeczywistej. • Pochodna funkcji, wyznaczanie pochodnych, funkcje złożone i ich pochodne. Zastosowania pochodnych: reguła d'Hospitala, styczne do wykresu, monotoniczność funkcji, ekstrema lokalne funkcji. Wykres funkcji. • Geometria analityczna na płaszczyźnie. Działania na wektorach, prosta, okrąg, krzywe stożkowe. Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej – działania na wektorach, iloczyn skalarny i wektorowy. równanie prostej, płaszczyzny, przykłady powierzchni opisywanych równaniami stopnia 2-go (walec, paraboloida, stożek ...). Krzywa w przestrzeni opisana równaniami parametrycznymi. • Macierze, działania na macierzach (dodawanie, mnożenie przez liczbę, mnożenie macierzy, wyznaczniki, Twierdzenie Sarrusa, Twierdzenie Laplace'a, własności wyznacznika, wartości własne macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych. • Funkcje wielu zmiennych, powierzchnie jako wykres funkcji (płaszczyzna, paraboloida, sfera, walec). Pochodne cząstkowe, ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych.	
Matematyka 2	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
• Funkcja pierwotna, całka nieoznaczona jako zbiór funkcji pierwotnych, całka oznaczona jako przyrost funkcji pierwotnej. Podstawowe metody całkowania, całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych, trygonometrycznych i niewymiernych – przykłady. • Zastosowania całek oznaczonych, pole obszaru, długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej • Całki podwójne i potrójne, we współrzędnych kartezjańskich, biegunowych, walcowych i sferycznych. • Zastosowania całek wielokrotnych: pole powierzchni, masa, środek ciężkości, momenty statyczne i bezwładności niejednorodnego obszaru płaskiego oraz bryły niejednorodnej. • Całki krzywoliniowe po krzywych opisanych równaniem funkcyjnym i równaniami parametrycznymi, zastosowania – długość i masa krzywej.Całki powierzchniowe po powierzchni opisanej równaniem funkcyjnym, zastosowania pole powierzchni, masa i środek ciężkości niejednorodnego płata powierzchniowego. • Podstawowe wiadomości z teorii równań różniczkowych zwyczajnych. Równanie, rozwiązanie równania, warunki brzegowe i warunki Cauchy'ego dla równań zwyczajnych. Rozwiązywanie wybranych typów równań zwyczajnych (równania zmiennych rozdzielonych, równania liniowe, równania sprowadzalne do równań zmiennych rozdzielonych i/lub równań liniowych). Wybrane równania opisujące zjawiska fizyczne • Transformata Laplace'a i jej zastosowanie do rozwiązywania równań liniowych wyższych rzędów. • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych.	
Matematyka 3	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01
• Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowe, średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Przegląd zmiennych skokowych i ciągłych. Korzystanie z tablic rozkładów: Poissona, normalnego, Chi-kwadrat, t-studenta. • Elementy statyki opisowej. Szereg rozdzielczy, wyznaczanie podstawowych parametrów próby statystycznej. Wizualizacja danych statystycznych. • Estymacja punktowa i przedziałowa podstawowych parametrów, weryfikacja hipotez statystycznych.	
Materiałoznawstwo lotnicze [B]	
• Wymagania stawiane materiałom przeznaczonym na konstrukcje lotnicze • Ogólna charakterystyka materiałów stosowanych w konstrukcjach lotniczych • Stopy tytanu stosowane w lotnictwie • Stopy aluminium stosowane w lotnictwie • Materiały kompozytowe w konstrukcjach lotniczych • Podatność na korozję materiałów stosowanych do wytwarzania elementów konstrukcji lotniczych • Zabezpieczenia antykorozyjne stosowane w przemyśle lotniczym • Mechanizmy zniszczenia materiałów lotniczych - pękanie, zmęczenie, pełzanie	
Materiały lotnicze	K_W08, K_W12

• Struktura, klasyfikacja i charakterystyka materiałów inżynierskich • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych (krystalizacja, umocnienie odkształceniowe, rekrystalizacja) • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stal niestopowa. Odlewnicze stopy żelaza • Stal stopowa • Stopy metali nieżelaznych (Al, Ti, Ni, Cu) • Materiały niemetaliczne, kompozyty • Zabezpieczenia antykorozyjne • Podstawy doboru materiałów lotniczych • Badania nieniszczące i makroskopowe

Mechanika lotu 1	K_W11

• Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka atmosfery, międzynarodowa atmosfera wzorcowa. • Siły i momenty aerodynamiczne, współczynniki sił i momentów, kryteria podobieństwa. • Charakterystyka nośności i biegunowa samolotu bez usterzenia • Ustalony lot ślizgowy samolotu, biegunowa prędkości • Charakterystyki podstawowych typów zespołów napędowych: silnik tłokowy, turbośmigłowy i turboodrzutowy • Zasada działania, charakterystyki i dobór śmigła • Ustalony lot silnikowy samolotu, wyznaczanie charakterystycznych prędkości lotu, pułapu i czasu wznoszenia metodą mocy i ciągów • Start i lądowanie samolotu , wpływ mechanizacji płata i bliskości ziemi. • Zasięg, długotrwałość lotu i promień działania samolotu • Elementarne pojęcia z zakresu stateczności i sterowności samolotu. • Wyznaczanie biegunowej aerodynamicznej samolotu • Wyznaczanie "uproszczonej" i "pełnej" biegunowej prędkości samolotu • Wyznaczanie charakterystyki ciągu zespołu śmigło-silnik, dobór średnicy śmigła stałego i "constant speed" • Wyznaczanie charakterystyk aerodynamicznych samolotu z wychylonymi klapami i wpływem ziem • Wyznaczanie długości start i lądowania samolotu • Wyznaczanie zasięgu i długotrwałości lotu samolotu • Modelowanie matematyczne bezsilnikowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne podstawowych, ustalonych osiągów samolotu • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu

Mechanika ogólna 1	K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04

• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,

Mechanika ogólna 2	K_W06, K_U08, K_K01, K_K04

• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania ruchu środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika układu brył, przykłady. • Ruch względny, przykłady. • Żyroskop, teoria uproszczona. • Kolokwium z zakresu treści kształcenia TK01-TK05 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. • Równania Lagrange'a drugiego rodzaju, przykłady

Mechanika płynów	K_W07, K_U04, K_U08, K_K04

• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizykalna w świetle molekularnej struktury materii. Ściśliwość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsena. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu-równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka kątowa sondy Prandtla. Pomiar lepkości cieczy. • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej.Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francisa. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki pompy • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Analiza wymiarowa. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniutonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych, Charakterystyki profili lotniczych. Przeciągnięcie. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego Odwzorowania konforemne. Profil Żukowskiego. Warunek Kutty-Żukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyścienna:Warunki powstawania, Równania Prandtla i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)

Metoda elementów skończonych	K_U06

• Podstawowe założenia MES, idealizacja konstrukcji, etapy rozwiązywania problemu: etap I - proces idealizacji, etap II – analiza poszczególnych elementów, etap III – analiza układu (konstrukcji). • Analiza elementu prętowo – belkowego, funkcje kształtu. Macierz sztywności w układzie globalnym – przykład transformacji. Uogólnione siły i przemieszczenia, podstawowe zależności dla elementu i układu. • Podstawowe elementy dwuwymiarowe: element tarczowy – trójkątny – macierz sztywności odniesiona do uogólnionych sił i przemieszczeń, macierz sztywności odniesiona do sił i przemieszczeń rzeczywistych. Elementy płytowe – trójkąt Pascala jako podstawa doboru funkcji kształtu spełniającej warunek geometrycznej • Elementy trójwymiarowe. Koncepcja super elementu. Naturalne współrzędne elementów – całkowanie wielomianów. • Interpolacje Lagrange'a i Hermita. • Koncepcja elementu izoparametrycznego. • Ogólne zadanie całkowania numerycznego. • Analiza układu • zasady tworzenia macierzy sztywności układu, uwzględnianie warunków brzegowych

Metody komputerowe - CAD w proj. silników	K_W05, K_W12, K_U06, K_U14, K_K01

• pozyskanie uporządkowanej wiedzy z zakresu projektowania części maszyn i zapisu konstrukcji, wspomaganego poprzez komputerowe systemy wspomagania projektowania, stosowane w lotnictwie • przyswojenie wiedzy nt. rozwiązań stosowanych we współczesnym lotnictwie oraz trendów rozwoju tej dziedziny • nabycie umiejętności doboru właściwego narzędzia informatycznego, do zdefiniowanego zagadnienia problemowego • opanowanie wiedzy nt. specyfikowania prostych urządzeń i systemów lotniczych w oparciu o zestaw podstawowych parametrów funkcjonalnych • przedstawienie możliwości rozwoju własnych kompetencji i potencjalnych korzyści wynikających z tego rozwoju

Ochrona środowiska	K_W02, K_W14, K_K02

• Podstawowe pojęcia i definicje: środowisko, ochrona środowiska w ujęciu ogólnym i wąskim, zasoby przyrody odnawialne i nieodnawialne, technosfera, idea zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju), ekosystem i przyjęty schemat modelu systemu, gdzie występuje wzajemne oddziaływanie: człowieka, przemysłu i technologii oraz środowiska. • Budowa ziemskich ekosystemów. Ziemia w Układzie Słonecznym. Pojęcie ekosfery. Zarys powstania i ewolucji Ziemi. Właściwości fizykochemiczne i cechy funkcjonalne atmosfery ziemskiej i jej skład. • Ziemska hydrosfera. Właściwości wody i jej znaczenie zarówno w skali globalnej (morza i oceany kształtują klimat Ziemi), jak i w skali mole¬kularnej (obecność wody w komórkach organizmów). Zasoby wody, krążenie wody w przyrodzie i jako surowiec. • Ziemska litosfera, jej budowa począwszy od wnętrza Ziemi do powierzchni z omówieniem aktywności geologicznej naszej planety (wędrówki ziemskich kontynentów, wybuchy wulkanów i przesuwanie się płyt tektonicznych, litosfera, astenosfera). Gleba, schemat budowy warstwy gleby oraz jej funkcje podtrzymujące i chroniące życie na naszej planecie (wyżywienie świata, zasoby leśne, zasoby surowców naturalnych i paliw). • Pierwiastki chemiczne występujące na Ziemi. Właściwości węgla, wodoru i fosforu. Cykl lub obieg biogeochemiczny jako obieg pierwiastków będący następstwem życia organicznego w kontekście procesów geologicznych i chemicznych w środowisku. Biogeochemiczny cykl: węgla, azotu, siarki i fosforu w ujęciu rocznych strumieni, zobrazowany przebiegiem procesów zachodzących w instalacjach przemysłowych lub w środowisku naturalnym za pomocą wykresu Sankeya. • Pojęcie: zanieczyszczenia, substancji niebezpiecznej i wielkość dopuszczalnej emisji w środowisku. Źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka i źródła naturalne emitujące zanieczyszczenia do atmosfery. Rodzaje zanieczyszczeń oraz sposoby zapobiegania, rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych, aerozolowych i gazowych, hałas, tereny chronione, środowisko gleb, typowe zanieczyszczenia gleb i ich likwidacja, remediacja gruntów, odpady, ustawowy podział, odpady niebezpieczne, gospodarka odpadami, utylizacja odpadów, charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska w poszczególnych komponentach. • Oddziaływanie przemysłu lotniczego na środowisko: skutki i sposoby oddziaływania, etap pozyskiwania paliw pierwotnych, etap przetwarzania paliw; wpływ na krajobraz, litosferę, atmosferę, hydrosferę oraz infrastrukturę techniczną i społeczną. Zagadnienia podstawowe procesów oczyszczania spalin. Zagadnienia związane z metodami zapobiegania emisji. Pomiary i obliczanie emisji zanieczyszczeń, przygotowanie gazów do oczyszczania. Oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń gazowych. Absorpcja. Adsorpcja. Spalanie termiczne i katalityczne. Kondensacja. Oczyszczanie biologiczne. Odpady i ich zagospodarowanie. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania , aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja – pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przeźroczystości atmosfery, silna absorpcja w niejednolitym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo – właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany – gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchnia – atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna, siła Coriolisa, komórkowa struktura atmosfery, centra działania atmosfery, masy powietrza, fronty atmosferyczne, wiatry - rodzaje mechanizm powstawania, dynamika atmosfery polarnych szerokości geograficznych, globalna cyrkulacja oceaniczna, prądy powierzchniowe i głębinowe, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. Globalna cyrkulacja oceaniczna: mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, ustrój cieplny oceanu, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie – powstawanie, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt.

Ochrona własności intelektualnej	K_W16, K_U01, K_K03
• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego	
Osprzęt i sterowanie silnika	K_W03
• Śmigło lotnicze jako obiekt sterowania. Silnik tłokowy jako obiekt sterowania. Regulatory prędkości obrotowej. Regulatory ciśnienia ładowania. Regulatory składu mieszanki. Regulatory mocy (ograniczniki temperatury). Przykłady praktycznych zastosowań. Silnik odrzutowy jako obiekt sterowania: charakterystyka procesu roboczego silnika, równania dynamiki silnika odrzutowego. Układ regulacji prędkości obrotowej, regulatory temperatury i mocy. Sterowanie silników dwuwirnikowych. Sterowanie turbinowych silników śmigłowych. Równania dynamiki turbinowych silników śmigłowych. Prawa sterowania na podstawowych zakresach pracy. Regulatory prędkości obrotowej turbinowych silników śmigłowych. Regulatory temperatury spalin. Korektory i ograniczniki. Sterowanie wirników nośnych śmigłowców i śmigieł. Ograniczenia w sterowaniu śmigłowców. Sterowanie turbinowych silników dwuprzepływowych. Specyfika sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Dwuprzepływowy silnik odrzutowy jako obiekt regulacji. Układy sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Zasady projektowania układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. Tendencje i perspektywy rozwoju układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. • Scilab – komputerowe wspomagnaie w projektowaniu układów regulacji. Lotnicze czujniki pomiarowe. Pompa nurnikowa – element układu sterowania. Izodromowe sprzężenie zwrotne – symulacja cyfrowa. Cyfrowy model silnika lotniczego. Pomiar prędkości obrotowej wału silnika. Badanie iskrowników – wykorzystanie sygnału z iskrowników do pomiaru prędkości obrotowej wału silnika. Symulacja cyfrowa elementów układu sterowania jako metoda prototypowania proponowanych rozwiązań.	
Podstawy automatyki	K_W03, K_U06, K_U07, K_U08
• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki.Układy automatycznej regulacji. Wprowadzenie do opisu matematycznego elementów automatyki • Przekształcenie Laplace'a. Podstawowe właściwości. Przekształcenie odwrotne. Definicja transmitancji operatorowej. Wprowadzenie do charakterystyk czasowych • Wykreślanie podstawowych charakterystyk czasowych. Transmitancja widmowa. Wprowadzenie do charakterystyk częstotliwościowych. • Charakterystyki częstotliwościowe • Podstawowe elementy automatyki • Przekształcanie schematów blokowych • Opis układów dynamicznych w przestrzeni stanów • Fazowe zmienne stanu • Stabilność. Warunki stabilności. Kryterium Hurwitza, Ruth, Michajłowa, Nyquista, logarytmiczne Nyquista. • Dokładność statyczna. Obliczanie uchybu ustalonego. • Regulatory P, PI, PD, PID. Właściwości. Dobór nastaw regulatora z wykorzystaniem logarytmicznych charakterystyk częstotliwościowych. Regulacja dwu i trójpołożeniowa. Układy hierarchiczne. Wprowadzenie do układów automatycznego sterowania lotem. • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Symulacja układów numerycznych • Badanie stabilności układów automatycznej regulacji • Regulacja PID	
Podstawy elektroniki	K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01
• 1. Wstęp do elektroniki, podstawowe informacje dotyczące zakresu wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych, przedstawienie wymagań dotyczących zasad wykonywania ćwiczeń, zasad BHP, posługiwania się sprzętem laboratoryjnym tj. multimetrem cyfrowym, oscyloskopem, zasilaczem laboratoryjnym. • 2. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne bierne, parametry tolerancje wykonania, warunki pracy. Podzespoły półprzewodnikowe diody prostownicze, schotky, uniwersalne, tranzystory bipolarne,układ pracy tranzystora, tranzystory polowe, tranzystory MOSFET, aplikacje z tranzystorami bipolarnymi oraz z tranzystorami MOSFET, półprzewodniki w obwodach prądu zmiennego tyrystor, triak. Opgraniczania w pracy elementów półprzewodnikowych. • 3. układy zasilające zasilacze niestabilizowane, zasilacze liniowe, monolityczne liniowe stabilizatory napięcia, stabilizatory LDO, LDV, stabilizowane zasilacze impulsowe, zasilacze obniżające napięcie, zasilacze podwyższające napięcie, zasilacze wielonapięciowe, separacja galwaniczna w zasilaczach, zasilacze synchroniczne, przetwornice DC-DC, przetwornice DC-AC. • 4. Układy analogowe. Wzmacniacze operacyjne, wzmacniacz odwracający,nieodwracający, wzmacniacz różnicowy ,wtórnik, sumator analogowy, wzmacniacz logarytmijący, komparatory analogowe, generatory napięcia sinusiodalnego, generatory przebiegów impulsowych, układy całkujące, układy różniczkujące analogowe układy kondycjonowania sygnałów. • 5.Układy cyfrowe, technologia TTL, CMOS. Standardy sygnałów w cyfrowych układach TTL, obciążalność prądowa, technologia TTLS, TTL LS. Standardy sygnałów w układach CMOS, obciążalność prądowa, Rodzina układów HC, HCT. Łączenie układów TTL-CMOS, ograniczenia w pracy układów cyfrowych. • 6. Układy kombinacyjne. Bramki logiczne, komparatory cyfrowe, enkodery i dekodery, multipleksery i demultipleksery, układy kontroli parzystości, sumatory, jednostka arytmetyczno logiczna ALU. • 7. Układy sekwencyjne. Przerzutnik RS, przerzutnik JK, Przerzutnik D, rejestry, liczniki binarne ,liczniki dziesiętne , liczniki rewersyjne, lczniki programowane, zmiana modulo licznika, układy kształtowania impulsu monowibratory, multiwibratory. • 8. Układy wyjściowe. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwomechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 9. Optoelektronika.Diody LED parametry, układy zasilania , diody LED dużej mocy- warunki pracy , ograniczenia. Wyświetlacze segmentowe LED budowa, parametry, sterowanie sekwencyjne wyświetlaczem, wyświetlacze OLED, wyświetlacze LCD budowa zasada działania, parametry. Wyświetlacze VFD,fotoelementy, fototranzystory, transoptory. • 10. Programowane struktury logiczne, układy EPLD. Układy GAL rodziny 16V8, struktura budowy układów,zasady programowania, programowane struktury logiczne układów Xilinx, Altera, Lattice, narzędzia programowania programowanych struktur logicznych. • 11. Mikroprocesory i mikrokomputery jednoukładowe. Budowa mikroprocesora, system mikroprocesorowy, pamięci ROM,RAM, obszar We-Wy. Urządzenia wewnętrzne mikrokomputera jednoukładowego, liczniki, układy monitorowania napięcia, układ nadzorowania pracy mikrokomputera WD-timer. Architektura mikrokomputera jednoukładowego. • 12. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemiana częstotliwości, transciwery. Nadawanie sygnałów radiowych ,modulacje ciągłe, AM,FM. Modulacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny prętowe , anteny kierunkowe. • 13. Elektroakustyka. Zakres częstotliwości akustycznych, skala decybelowa, przetworniki elektroakustyczne, mikrofony, głośniki, wzmacniacze sygnałów akustycznych, zniekształcenia sygnałów, szumy, przydźwięki. Urządzenia elektroakustyczne na pokładzie samolotu. • 14. Technologia montażu układów elektronicznych. Chemiczne środki wspierania technologi motażu podzespołów. Lutowanie elementów elektronicznych i układów scalonych, montaż, demontaż układów SMD, technologia automatycznego montażu na płytkach drukowanych, zabezpieczenia ESD przy produkcji układów elektronicznych. • 15. Zakłócenia w układach elektronicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Źródła i rodzaje zakłóceń, sposoby rozprzestrzeniania się zakłóceń , zakłócenia przewodowe, zakłócenia radiacyjne. Eliminacja zakłóceń, komponenty do redukcji zakłóceń. • Technologia montażu układów elektronicznych, lutowanie elementów dyskretnych, lutowanie układów SMD, demontaż elementów elektronicznych • Sterowanie silnikiem prądu stałego. Generowanie sygnału PWM, Obserwacja sygnału oscyloskopem cyfrowym, obliczenia parametrów zbudowanego układu. • Układy zasilające. Badanie parametrów stabilizatora liniowego. Badanie parametrów stabilizatora impulsowego. Wyznaczenie i porównanie sprawności układów. • Komponenty elektroniczne. Rozpoznanie i kwalifikacja komponentów, pomiar wybranych parametrów mostkiem RLC, multimetrem cyfrowym. • Sterownik PLC. Podstawowe polecenia sterownika PLC ZEN, zasady programowania drabinkowego, konfiguracja linii wejścia wyjścia. Programowanie sterownika do zadanej aplikacji, weryfikacja działania programu. • Cyfrowe magistrale danych, interfejs równoległy, interfejsy szeregowe RS 232, SPI, CAN, I2C. Wymagania sprzętowe do realizacji połączenia interfejsu szeregowego. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na bramkach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy cyfrowe sekwencyjne. Zaprojektowanie zadanego układu sekwencyjnego, analiza poprawności działania układu. • Układy analogowe. Badanie podstawowych konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego, wzmacniacz odwracający, wzmacniacz nieodwracający, wtórnik. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtru dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Uklad sumujący , układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.	
Podstawy elektrotechniki	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01
• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy,rodzaje. Strałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie pradu przemiennego. Trójkąt impedancji. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności.	
Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	K_W05, K_U08, K_U14, K_U16, K_K01, K_K03, K_K06
• Wymagania stawiane wyrobom technicznym. Metodyka konstruowania w budowie maszyn. Kryteria oceny obiektów technicznych. Podstawy wytrzymałości zmęczeniowej. • Połączenia spawane • Połączenia nitowe • Połączenia gwintowe: rodzaje i zastosowanie gwintów, rozkład sił. • Połączenia gwintowe: obliczenia wytrzymałościowe • Połączenie gwintowe pracujące z napięciem wstępnym • Osie i wały: przeznaczenie, zasady kształtowania, obliczenia wytrzymałościowe • Połączenia wał-piasta: wpustowe, wielowypustowe, rozprężno-zaciskowe • Łożyska toczne i ślizgowe • Sprzęgła mechaniczne • Przykłady obliczeń węzłów i części maszyn • Projekt 1: Połączenia • Projekt 2: Wał maszynowy • Uzupełnienie dokumentacji studenta	
Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	K_W05, K_U14, K_U16
• Przekładnie zębate walcowe • Przekładnie zębate stożkowe • Przekładnie cięgnowe • Przekładnie falowe • Przekładnie ślimakowe • Przykłady obliczeń przekładni mechanicznych • Komputerowe wspomaganie projektowania przekładni mechanicznych • Projekt 1: Dwustopniowa przekładnia zębata • Projekt 2: Sprzęgło mechaniczne • Uzupełnienie dokumentacji studenta	
Podstawy zarządzania	K_W15
• Wprowadzenie do zarządzania. Organizacje i potrzeba kierowania. Pojęcie kierowania i zarządzania. Funkcje i czynności kierownicze. Rodzaje kierowników. Proces zarządzania. Zakres zarządzania. Synergia a efekt organizacyjny • Rozwój zarządzania Szkoła naukowa. Szkoła naukowej organizacji pracy. Szkoła klasycznej teorii organizacji. Szkoła behawioralna. Szkoła ilościowa. Szkoła systemowa. Kierunek sytuacyjny • Zarządzanie celami organizacji i planowanie. Cele organizacji – funkcje i rodzaje. Istota, metody, techniki i style zarządzania, Proces planowania. Planowanie w organizacji. Zarządzanie ustalaniem celów i procesem planowania. • Proces organizowania. Tworzenie struktur organizacyjnych. Typy struktur organizacyjnych i ich projektowanie. Zarządzanie zmianami w organizacjach. Reorganizacja • Proces przywództwa. Przywództwo i proces oddziaływania. Style kierowania. Zarządzanie potencjałem społecznym organizacji.(planowanie, organizowanie, zatrudnianie, kierowanie) Motywowanie pracownika do pracy. Sterowanie, kierowanie a zarządzanie. • Podejmowanie decyzji kierowniczych. Istota podejmowania decyzji. Typy decyzji. Klasyczny model podejmowania decyzji. Etapy podejmowania decyzji. Grupowe podejmowanie decyzji w organizacjach. Procesy informacyjno- decyzyjne. • Kontrola i controlling. Istota kontroli. Proces kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. • Zarządzanie marketingowe. Filozofia marketingu. Zadania marketingu. Strategie marketingowe: ofensywne, defensywne, konkurencyjne, cenowe • Zarządzanie logistyczne i Zarządzanie innowacyjne. Istota procesów logistycznych. Strategie zarządzania logistycznego. Istota i rodzaje innowacji. Bariery wprowadzanie innowacji. Strategie zarządzania innowacyjnego. • Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem.. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością. 14 punktów Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. Ekologiczna bariera rozwoju. Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Dobór optymalnej ilości wyrobów do planu produkcji. • Analiza stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie	
Praktyka produkcyjna	K_W13, K_W14, K_U10, K_K04
• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	
Projekt inżynierski	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_W16, K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06
• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego. Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określanie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.	
Projektowanie silników lotniczych	K_W09
• 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.

Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	K_W14, K_W15, K_K03

• Informacje ogólne o właściwościach człowieka - operatora • Ludzkie możliwości i ograniczenia • Podstawy psychologii społeczna • Czynniki wpływające na osiągnięcia • Środowisko fizyczne • Zadania wykonywane przez człowieka • Zasady komunikacji międzyludzkiej • Model ludzki • Ryzyko w miejscu pracy

Przekładnie lotnicze	K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U04, K_K01

• Klasyfikacja napędów, charakterystyczne wskaźniki napędów. Zespół napędowy samolotu i śmigłowca. Wymagania stawiane zespołom napędowym, miejsce zabudowy zespołu napędowego w samolotach i śmigłowcach. • Przekładnie mechaniczne jako części składowe zespołów napędowych samolotów i śmigłowców. Schematy kinematyczne złożonych przekładni napędowych. Podział przekładni złożonej na przekładnie proste walcowe, stożkowe i obiegowe jedno i wielodrożne. • Dobór przełożeń przekładni złożonych i poszczególnych stopni przekładni prostych. Wyznaczanie prędkości i momentów obrotowych. • Wybrane zagadnienia z teorii uzębień i zazębień. Dobór podstawowych cech przekładni. • Metody obliczeń wytrzymałościowych zębów kół. Kostrukcja wybranych przekładni napędowych: samolotowych i śmigłowcowych głównych, pośrednich i ogonowych. Konstrukcja zespołów i elementów tych przekładni. • Konstrukcja kół i sposoby łączenia ich z wałami, łożyskowanie i uszczelnianie wałów. • Materiały na części przekładni iich obróbka cieplna. Dokładność wykonania części i zespołów przekładni. Smarowanie przekładni. • Badania stanowiskowe przekładni. • Projekt I. Wykonać projekt przekładni pośredniej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych. dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt II. Wykonać projekt przekładni planetarnej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt III. Wykonać projekt przekładni stożkowej z zębami kołowo-łukowymi. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych. dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt IV. Wykonać projekt istniejącego reduktora i przekładni lotniczej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych. dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu.

Silniki lotnicze i kosmiczne	K_W07, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U15, K_K01, K_K02, K_K04

• Paliwa lotnicze. Wartość opałowa, liczba oktanowa i cetanowa. Spalanie zupełne i niezupełne. Normy emisji spalin • Podział i klasyfikacja napędów lotniczych. Napęd bezpośredni i pośredni – przykłady rozwiązań konstrukcyjnych. Śmigło lotnicze – zasada działania- podstawy, charakterystyka śmigła. Lotnicze silniki tłokowe – kryteria klasyfikacji. Główne parametry silnika tłokowego. Wskaźniki pracy silnika – moc, moment obrotowy, prędkość obrotowa, jednostkowe i godzinowe zużycie paliwa • Schematy konstrukcyjne : silniki rzędowe, przeciwsobne („boxer"), gwiazdowe, widlaste. Główne zespoły konstrukcyjne silnika tłokowego spalinowego- zarys konstrukcji. Kinematyka układu korbowo-tłokowego. Podstawy procesów tworzenia mieszanki paliwowo-powietrznej. Współczynnik nadmiaru powietrza – mieszanka uboga i bogata. Powstawanie siły gazowej. Kadłuby silników. Wał korbowy, korbowód. Układ rozrządu i zawory. Układ zasilania paliwem (gaźnikowy i wtryskowy), układy smarowania, chłodzenia. Układ dolotowy i wylotowy. Obiegi porównawcze silników (Otto, Diesla, Sabathe'a- Sieligera). Silniki czterosuwowe i dwusuwowe. Charakterystyka obrotowa. Zarys systemu eksploatacji lotniczego silnika tłokowego. Doładowanie silników – systemy doładowania, granice możliwości doładowania- silnik wysokościowy, charakterystyki zewnętrzne. Perspektywy rozwojowe silników tłokowych. • Silniki przepływowe. Kryteria klasyfikacji i podział silników przepływowych. Silnik strumieniowy, pulsacyjny, rezonansowy. Silniki jednoprzepływowe i dwuprzepływowe. Silniki turbinowe śmigłowe i śmigłowcowe. Ciąg silnika – źródło ciągu, wyznaczanie ciągu. Sposoby zwiększania ciągu i mocy. Parametry jednostkowe silnika przepływowego. Obieg porównawczy silnika odrzutowego. Rozkład parametrów cieplno-przepływowych w kanale przepływowym silnika. • Charakterystyki wysokościowe, prędkościowe i obrotowe silnika odrzutowego. Warunki i zakresy pracy silnika przepływowego. Zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego i śmigłowego (śmigłowcowego): wlot, sprężarka, komora spalania, turbina, dysza wylotowa, dopalacz, reduktor. • Przegląd wybranych konstrukcji silników odrzutowych. Systemy eksploatacji silników lotniczych. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych, silniki hipersoniczne. • Silniki rakietowe na stały i ciekły materiał pędny. Wytwarzanie ciągu w silnikach rakietowych. Charakterystyki silników rakietowych. Silniki statków kosmicznych – perspektywy rozwoju. Obszary zastosowań silników lotniczych i kosmicznych • 1.Wyznaczanie parametrów atmosfery wzorcowej dla wybranej misji samolotu. 2.Obliczenia podstawowych parametrów silnika tłokowego z zapłonem iskrowym, obieg bez strat. 3.Wyznaczanie parametrów kinematycznych w układzie tłok-korbowód wał korbowy silnika tłokowego, 4.Wyznaczanie parametrów termo-gazodynamicznych w przekrojach kontrolnych silnika odrzutowego, jednoprzepływowego 5.Wyznaczanie ciagu i wymiarowanie silnika przepływowego. Model wyznaczania charakterystyki prędkościowo-wysokościowej silnika • 1.Schematy i przekroje lotniczych silników tłokowych, zespoły konstrukcyjne- zapoznanie. 2.Zdejmowanie charakterystyki mocy silnika tłokowego 3.Rozruch silnika strumieniowego 4.Rozruch silnika pulsacyjnego 5.Rozruch silnika turbinowego (modelarskiego), zdejmowanie charakterystyki obrotowej.

Techniki wytwarzania 1	K_W08, K_U04, K_K01

• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka poodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozycje spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych • Wykonanie form z modeli dzielonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW • - Podstawy odkształceń plastycznych: wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo płynięcia plastycznego, praca odkształcenia plastycznego, mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym: naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. - Tłoczenie: informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wytłoczek. Kucie i prasowanie: charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia; wpływ kształtu odkuwki materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie: podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. Cią-gnienie: wiadomości ogólne, ciągnienie prętów i rur. Wyciskanie: przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Polimery pochodzenia naturalnego, polimery syntetyczne: metody otrzymywania polimerów syntetycznych, struktura cząsteczkowa polimerów, postacie konformacyjne, budowa makrocząsteczki, masa cząsteczkowa, stopień polimeryzacji, zjawisko polidyspersji, struktura krystaliczna, stany fizyczne polimerów. - Zachowanie polimerów w próbie jednoosiowego rozciągania, pełzanie i relaksacja naprężeń, izo-chronowe krzywe odkształcenie – naprężenie, modele reologiczne, technologiczny podział tworzyw sztucznych, podstawowe gatunki i ich właściwości fizyczne, chemiczne, mechaniczne i inne. - Charakterystyka stanu plastyczno-płynnego: ciecze lepkie i lepkosprężyste, efekt Weissenberga iefekt Barusa. Podstawowe właściwości technologiczne tworzyw sztucznych: płynność, skurcz, czas utwardzania. Podział metod przetwórstwa: metody obróbki formującej i metody obróbki wykończeniowej. Podstawy procesu uplastyczniania: uplastycznianie tłokowe, ślimakowe, mieszane, tarczowe. - Charakterystyka metod obróbki formującej: prasowania, wytłaczania i formowania wtryskowego. Charakterystyka metod obróbki wykończeniowej: termoformowanie, łączenie, dzielenie, obróbka powierzchniowa. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisują-cych własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). - Wytłaczanie naczynia w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Identyfikacja tworzyw sztucznych na podstawie: wyglądu zewnętrznego, postaci handlowej, gęstości, zachowania się w otwartym płomieniu. - Analiza podstawowych parametrów procesu wtrysku: cykl procesu wtrysku, ciśnienie wtrysku, ciśnienie docisku, ciśnienie spiętrzania, temperatura wtrysku, temperatura formy. - Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych za pomocą statycznej próby rozciągania.

Techniki wytwarzania 2	K_W08

• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka poodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozycje spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych • Wykonanie form z modeli dzielonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW

Technologia informacyjna	K_W03, K_U02, K_U04, K_U06, K_K01

• Technologia informacyjna. Informatyka. Informacja i jej jednostki: bit, bajt i ich wielokrotności. Pozycyjne systemy zapisu liczb: dziesiętny, dwójkowy, ósemkowy, szesnastkowy. Konwersja zapisu liczb pomiędzy systemami o różnej podstawie. Kodowanie liczb całkowitych: kod znak-moduł, kod uzupełnieniowy do dwóch. Kodowanie liczb rzeczywistych: zapis stałoprzecinkowy i zmiennoprzecinkowy. Kodowanie znaków. Operacje arytmetyczne i logiczne na danych binarnych. • Budowa komputerów. Rodziny procesorów: CISC, RISC. Mikrokontrolery. Architektura von Neumanna i Harvard. Układy sterujące. Magistrale. Pamięć operacyjna (RAM), podręczna (cache), stała (ROM). Pamięci masowe: dyski twarde, dyski optyczne, pamięć typu Flash (NAND, NOR). Działanie, zalety i wady różnych systemów archiwizacji danych. Urządzenia wejścia/wyjścia. Systemy zobrazowania informacji. Technologia komputerowa stosowana w statkach powietrznych. Systemy wbudowane. • Oprogramowanie systemowe. BIOS. System operacyjny i jego zadania. Podział systemów operacyjnych. Wielozadaniowość, wielodostęp, wielowątkowość. Systemy czasu rzeczywistego. Systemy rozproszone. Emulacja systemów komputerowych. Wirtualizacja systemów operacyjnych. Oprogramowanie użytkowe. Testowanie oprogramowania. Zarządzanie oprogramowaniem. Wymagania wobec oprogramowania stosowanego w lotnictwie: norma DO-178. • Algorytm. Badanie złożoności obliczeniowej algorytmów: klasyfikacja złożoności czasowej, klasy algorytmów. Program komputerowy. Kod maszynowy. Języki niskiego poziomu: asembler, zapis rozkazów. Języki wysokiego poziomu. Kompilator, interpreter, konsolidator. Błędy w programach. Zasady programowania. Elementy schematów blokowych. • Programowanie w języku C++. Słowa kluczowe, identyfikatory, literały, komentarze, dyrektywy preprocesora, stałe, zmienne, typy, definicje i deklaracje, struktura programu. Typy danych języka. Zakresy ważności nazw. Instrukcje przypisania. Operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne. Operacje wejścia/wyjścia. Instrukcje warunkowe. Instrukcje iteracyjne. Proste algorytmy numeryczne i kombinatoryczne. Tablice jednowymiarowe i wielowymiarowe. Algorytmy sortowania wektorów. Wskaźniki. Wskaźniki a tablice. Dynamiczny przydział pamięci. Referencja. Programowanie proceduralne: funkcje, przekazywanie parametrów. • Sprawdzian.

Technologia lotnicza	K_W08, K_W12, K_U10, K_K01

• Różnorodność wyposażenia warsztatowego. Zasady bezpiecznej pracy przy korzystaniu z zasobów energetycznych warsztatu, środków chemicznych oraz materiałów eksploatacyjnych. • Narzędzia, oprawki, uchwyty obróbkowe. Oprzyrządowanie montażowe i wyposażenie kontrolno-pomiarowe. • Zasady posługiwania się oprzyrządowaniem technologicznym. Elementy ustalające i mocujące. Ustalenie i zamocowanie przedmiotu w uchwycie. Dokładność oprzyrządowania. • Dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. Charakterystyka wymiarów. Tolerancja wymiarów, kształtu i położenia. Normy opisujące jakość wykonania. • Przedmioty pracy stosowane w produkcji lotniczej. • Dokumentacja techniczna stosowana w procesach wytwórczych. • Zasady projektowania procesu technologicznego obróbki i montażu. • Technologia połączeń nitowych. Oprzyrządowanie do nitowania. Poprawność procesu nitowania, badanie połączeń nitowych. • Zasady montażu i kontrola połączeń gwintowych oraz mechanizmów śrubowych, połączeń kształtowych (wpustowe, klinowe, kołkowe, sworzniowe), połączeń podatnych (sprężystych) oraz łożysk. • Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Rodzaje półfabrykatów i przygotowanie ich do obróbki. • Budowa uchwytów obróbkowych i montażowych. Bazowanie do obróbki. • Czynniki wpływające na dokładność obróbki. • Proces technologiczny. • Kontrola jakości wyrobu. • Metody montażu

Technologia silników lotniczych	K_W08, K_U15, K_K01

• Proces technologiczny - etapy projektowania procesu obróbki i kontroli. • Wybór obrabiarki, uchwytów, narzędzi i przyrządów w obniesieniu do półfabrykatu i dokładności oraz chropowatości powierzchni. • Dobór parametrów obróbki. • Projektowanie PT części klasy wał. • Projektowanie PT części klasy tarcza i tuleja. • Projektowanie PT części klasy korpus. • Projektowanie PT części klasy kolo zębate. • Projektowanie PT części klasy dźwignia. • Dokumentacja technologiczna. • Weryfikacja rysunku wykonawczego. • Dobór półfabrykatu. • Karta półfabrykatu. • Naddatki obróbkowe. • Karta technologiczna • Karta instrukcji obróbki. • Karta kontroli.

Teoria maszyn wirnikowych	K_W09

• Maszyny wirnikowe - podział, działanie, definicje. Równania analizy termoaerodynamicznej. Parametry strumienia jako funkcje gazodynamiczne. Sprężarki typu osiowego i promieniowego - cechy konstrukcyjne, zasady działania i zastosowanie. Charakterystyczne prace i sprawności, spręż statyczny i spiętrzenia sprężarki. Schemat, działanie i podstawowe parametry stopnia promieniowego. Kanały wlotowe sprężarki. Analiza pracy wirnika i dyfuzorów sprężarki odśrodkowej. Rotalpia, parametry stanu w przepływie względnym i reakcyjność stopnia.Płaska palisada profilów i trójkąty prędkości strumienia w stopniu osiowym. Podstawowe zależności aerodynamiczne dla palisady. Analiza strat w osiowym stopniu sprężającym.Charakterystyki sprężarek. Przyczyny i skutki zjawiska oderwania wirującego i pompażu. Zespół turbiny - podstawowe równania stopnia. Parametry stopnia osiowego turbiny. Wypływ strumienia z palisady łopatek wieńca dyszowego i wrnikowego stopnia turbiny. Działanie i charakterystyki turbin różnych typów. • Siły oddziaływania ścianek dyfuzora na strumień. Wyznaczenie parametrów na wejściu na wejściu sprężarki i wyjściu turbiny za pomocą funkcji gazodynamicznych. Parametry strumienia na wylocie wirnika , dyfuzora bezłopatkowego , łopatkowego i kolektora sprężarki promieniowej. Sposoby regulacji sprzarki: nastawne łopatki wlotowego wieńca kierownic, nastawne łopatki wieńców dyfuzorów, układy wielowirnikowe. Wieniec dyszowy i wirnikowy tubiny osiowej - procesy rozprężania. • Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wylocie wirnika stopnia osiowego sprężarki. Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wylocie wirnika stopnia osiowego turbiny. Obliczenie parametrów strumienia w charakterystycznych przekrojach sprężarki promieniowej.

Teoria silników lotniczych	K_W07, K_W09, K_U01, K_U03, K_U17, K_K01, K_K02

• Wprowadzenie do przedmiotu, przegląd rozwiązań silników lotniczych • Obieg Braytona, analiza silnika idealnego • Analiza procesów termogazodynamicznych w zespołach silnika turbinowego • Analiza silnika jednoprzepływowego • Analiza silnika z dopalaczem oraz konstrukcji dwuwirnikowej • Analiza silnika dwuprzepływowego • Turbinowy silnik śmigłowy i śmigłowcowy • Wstęp do badań silników i analiza charaterystyk różnych typów silników • Wstęp do analizy stanów przejściowych pracy silnika • Analiza rozwoju konstrukcji lotniczych i ich kierunków rozwoju • Obliczenia termogazodynamiczne procesów w silniku idealnym • Obliczenia procesów termodynamiczno-przepływowych w zespołach silników lotniczych (wlot, sprężarka, wentylator, komora spalania, turbina, dysza wylotowa • Opis i obliczenia przebiegu procesów w różnych typach silników z uwzględnieniem strat oraz wyznaczanie ich osiągów

Termodynamika	K_W07, K_U07, K_U08, K_K02

• Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: Energia, formy energii, przekształcenia energii; Substancja, ilość substancji, liczba Avogadra; Zamknięty i otwarty system termodynamiczny; Stan termodynamiczny, znamiona termodynamiczne, ciśnienie, temperatura, funkcje stanu, równowaga, Zerowa Zasada Termodynamiki; Przemiana, zjawiska quasi-statyczne, proces, funkcje przemiany i obieg termodynamiczny. • System substancji czystej: substancja czysta, faza; Oddziaływania molekuł, stany skupienia, analiza zjawiska izobarycznego, stan nasycenia, stopień suchości, punkt krytyczny, punkt potrójny, wykresy T-v, P-v, P-T, P-T-v; Opis stanu - para mokra, para przegrzana, gaz, gaz rzeczywisty – gaz doskonały; Równanie stanu, równanie Clapeyrona, prawo Awogadro, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynnik ściśliwości, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmanna. • Zasada Zachowania Energii: Działania termiczne, ciepło, system adiabatyczny, wymiana ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie, wewnętrzne źródła ciepła; Działania mechaniczne, praca mechaniczna, praca granicy systemu, niemechaniczne formy pracy; I Zasada Termodynamiki; Bilans energetyczny układu przepływowego, entalpia, praca techniczna. • Energia cieplna i entalpia: Ciepło właściwe gazów - rzeczywistych, półdoskonałych i doskonałych; związek miedzy ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej; Mieszaniny gazowe: prawo Daltona, Prawo Amagata, ciśnienie cząstkowe, udziały składników, właściwości zastępcze mieszaniny. • Przemiany gazów: przemiana politropowa, politropa techniczna, charakterystyczne przemiany gazowe, ich wykresy w układzie P-v, stan termodynamiczny w przemianach, praca i ciepło przemian charakterystycznych; Obiegi: praca i ciepło obiegu, obiegi lewo i prawobrzeżne - właściwości i funkcje, silniki cieplne, pompy ciepła, sprawność i współczynnik wydajności obiegu. • Procesy odwracalne i nieodwracalne, źródła nieodwracalności, praca w procesach odwracalnych i nieodwracalnych, odwracalny cykl Carnota, sprawność i współczynnik wydajności obiegów nieodwracalnych, jakość źródeł energii, termodynamiczna skala temperatury; II Zasada Termodynamiki: silniki cieplne – sformułowanie Kelvina-Plancka, pompy cieplne – sformułowanie Clausiusa, perpetuum mobile. Entropia i jej właściwości: nierówność Clausiusa, definicja entropii, zmiana entropii systemu, bilans entropii - przenoszenie i generowanie entropii, układ T-s, zasada wzrostu entropii, fizyczny sens entropii, zastosowania pojęcia entropii; Układ T-s dla gazów doskonałych: entropia gazów doskonałych, przemiany charakterystyczne, przemiana izentropowa; Dyssypacja na wykresach P-v i T-s. • Gazowe urządzenia energetyczne: obiegi porównawcze, techniczne znaczenie obiegu Carnota; Silniki: silniki tłokowe – obiegi: Otto–Beau de Rochas, Diesla, Seiligera–Sabathe, silniki przepływowe – obiegi: Braytona-Joule`a, Humphreya, regeneracja i podgrzewanie międzystopniowe – obiegi: Braytona-Joule`a, Ericsona, Stirlinga; Pompy cieplne - obieg Joule`a. • Właściwości pary mokrej i przegrzanej: Energia cieplna i entalpia w procesie parowania, równanie Clausiusa-Clapeyrona; Stan i funkcje stanu pary mokrej, przemiany charakterystyczne pary mokrej i przegrzanej, wykres h-s, tablice pary nasyconej i przegrzanej. • Gazy wilgotne; określenie stanu, wilgotność bezwzględna, wilgotność względna, zawartość wilgoci, punkt rosy, równanie stanu, entalpia powietrza wilgotnego; Wykres i-X - konstrukcja i zawartość; Przemiany izobaryczne: ogrzewanie lub chłodzenie, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie, granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce; Sprężanie i rozprężanie adiabatyczne - sucha i wilgotna adiabata. • Termodynamika przepływów: równanie ciągłości; uogólnione równanie Bernoulliego, znamiona statyczne, dynamiczne i spiętrzenia, przepływ przez kanały o zmiennym przekroju. • Termodynamika spalania: substraty i produkty; Bilans substancji, zapotrzebowanie tlenu i powietrza, ilość spalin i skład spalin, punkt rosy spalin; Bilans energii: ciepło spalania, wartość opałowa, sprawność spalania, temperatura spalin, dysocjacja; Urządzenia spalające: rodzaje, bilans energetyczny. • Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna – gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury – równanie ciśnienia, rozkład gęstości – równowaga globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche – gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne – gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Parowe urządzenia energetyczne: obieg Carnota w obszarze pary; Siłownia parowa, prawobieżny obieg Clausiusa-Rankine`a z przegrzaniem i bez, wpływ parametrów obiegu na pracę i sprawność obiegu, przegrzew wtórny i podgrzewanie regeneracyjne; Pompa cieplna, obieg Lindego, parametry obiegu, obieg nadkrytyczny, dobór czynnika roboczego i źródeł ciepła, efektywność pomp ciepła. • Wymiana ciepła: Konwekcja wymuszona: mechanizm konwekcji wymuszonej, równanie Newtona, hydrauliczna warstwa przyścienna, przepływ laminarny i turbulentny, liczba Reynoldsa, termiczna warstwa przyścienna, liczba Prandtla, liczba Nusselta, równania kryterialne; Intensyfikacja wymiany ciepła; Konwekcja swobodna: mechanizm konwekcji swobodnej, liczba Grashofa i Rayleigha, konwekcja swobodna na powierzchni i w przestrzeniach zamkniętych; Przewodzenie: prawo Fouriera, przewodność cieplna, dyfuzyjność cieplna, wpływ budowy materiału, ustalone przewodzenie przez płaską płytę, przenikanie ciepła, opory cieplne, ściana wielowarstwowa; Wymienniki ciepła; Promieniowanie: mechanizm wymiany ciepła przez promieniowanie; ciało doskonale czarne, prawo Stefana-Błtzmanna, prawo Plancka; właściwości ciał, emisyjność, absorbcyjność, refleksyjność, przepuszczalność, wymiana ciepła przez promieniowanie. • Oznaczenia, jednostki, I Zasada Termodynamiki, termiczne równanie stanu. Kaloryczne równanie stanu, średnie ciepło właściwe. Przemiany gazów doskonałych. Obliczanie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej, entalpii i entropii. Mieszaniny gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropy mieszaniny. Obiegi porównawcze silników gazowych. Przemiany powietrza wilgotnego. Podstawowe obliczenia związane ze spalaniem paliw oraz przepływami jednowymiarowymi. • Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. • Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. • Wyznaczanie wykładnika adiabaty. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. • Pomiar wartości opałowej paliw gazowych.

Współczesne techniki projektowania i badania silników lotniczych	K_W06, K_W07, K_W13, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05

• opanowanie techniki projektowania z wykorzystaniem technik CAD • wykorzystanie technik optycznych, metod badań ultradźwiękowych i wiroprądowych • wykorzystanie technik CAD w projektowaniu zespołowym wybranego podzespołu konstrukcyjnego • opracowanie technologii prowadzenia prac badawczych uszkodzonego elementu silnika • zapoznanie z kierunkami rozwoju przyszłościowych napędów lotniczych

Wychowanie fizyczne 1	K_K01, K_K04

• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • 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).

Wychowanie fizyczne 2	K_K01, K_K04

• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.Oswojenie ze środowiskiem wodnym, zabawy, nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, poślizg, nauka prawidłowej prac NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego (pokaz, objaśnienie), poślizg na piersiach. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu.Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie. Nauka prawidłowej prac RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływackich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.

Wykład monograficzny	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04

• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości. Jak zmieniały się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwsza na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty

Wymiana ciepła	K_W07, K_U07, K_U08, K_K04

• 1. Przewodzenie – prawo Fouriera, współczynnik przewodzenia ciepła. Ustalone przewodzenie przez ścianki płaskie, cylindryczne i kuliste. Opory przewodzenia ciepła 2. Konwekcja – prawo Newtona, współczynnik przejmowania (wnikania) ciepła, opór przejmowania ciepła. Przenikanie ciepła przez ścianki płaskie i cylindryczne, współczynnik przenikania ciepła, opory przenikania ciepła 3. Promieniowanie cieplne –prawo Stefana-Boltzmanna. Całkowite właściwości ciał biorących udział w wymianie ciepła przez promieniowanie. Tożsamość Kirchhoffa, prawo rozkładu energii Plancka, monochromatyczne właściwości ciał, ciało szare, reguła przesunięć Wiena. Współczynnik wymiany ciepła przez promieniowanie hr i jego zależność od temperatury. Przykład obliczenia hr dla dwu współśrodkowych powierzchni cylindrycznych. 4. System przewodząco – konwekcyjny na przykładzie prostego, krótkiego żebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymieniana moc cieplna. Sprawność żebra i jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu żebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe- następstwo rozkładu temperatury, a dalej – rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtla Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury w masie płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej. Rozbieg hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i miejscowego współczynnika przejmowania ciepła na odcinkach rozbiegu. Sposób uwzględniania, w zależnościach kryterialnych, rozbiegu i zmiany właściwości płynu wraz ze zmianą temperatury płynu w przekroju. Przykłady zależności kryterialnych uzyskanych teoretycznie i empirycznie 7. Przykład rozwiązania analitycznego dla konwekcji wymuszonej: prosta rurka okrągła, rozwinięty profil prędkości, warunek brzegowy stałej temperatury ścianki (ew. stałego strumienia cieplnego na ściance) 8. Analogie w konwekcji. • Wprowadzenie BHP 1. Przewodzenie przez ściankę płaską – aparat Poensgena 2. Przewodzenie przez ściankę cylindryczną – aparat rurowy 3. Numeryczne modelowanie pól temperatury – metoda bilansów elementarnych 4. Pomiar współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej na rurze 5. Badanie rurowego wymiennika ciepła 6. Sprawdzanie praw promieniowania 7. Zaliczanie ćwiczeń laboratoryjnych

Wyposażenie pokładowe	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_U08, K_U13, K_K01, K_K04

• Klasyfikacja, właściwości i parametry wyposażenia pokładowego. Instalacja odbioru ciśnień powietrza (OCP). Dajniki ciśnienia całkowitego i statycznego – rurka Pitot'a. Błąd wywołany położeniem dajników ciśnienia, odwadnianie instalacji, elementy grzejne, błędy instalacji OCP. • Pomiar barometrycznej wysokości lotu – zasada działania i budowa, przeznaczenie skali dodatkowej, wpływ gęstości powietrza, wysokość ciśnieniowa, wysokość rzeczywista, międzynarodowa atmosfera wzorcowa, poziom lotu, odczyt wskazań wysokościomierzy trzywskazówkowych, błędy przyrządowe, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Pomiar prędkości lotu względem powietrza – zasada działania i budowa,

zależność pomiędzy ciśnieniem dynamicznym i statycznym, definicje prędkości przyrządowej, przyrządowej poprawionej i prędkości rzeczywistej względem powietrza, błędy przyrządowe, wskazania prędkościomierza, znaczenie kolorowych łuków na skali prędkościomierza, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Wariometr – zasada działania i budowa, przeznaczenie, opóźnienie wynikające z zasady działania, pomiar chwilowej prędkości pionowej (VSI), odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Żyroskopy pomiarowe (zasada działania, błędy - precesja) i ich zastosowania w lotniczych przyrządach pokładowych. Twierdzenie Resala. Moment giroskopowy. • Napęd elektryczny oraz pneumatyczny giroskopów. Giroskop o dwóch stopniach swobody. Zakrętomierz i koordynator zakrętu (wpływ prędkości, przedstawienie wskazań, koordynator zakrętu, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, chyłomierz poprzeczny: zasada działania, odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • żyroskop całkujący, pion żyroskopowy, sztuczny horyzont (żyroskop o 3 stopniach swobody, zastosowanie i działanie, zobrazowanie i interpretacja wskazań, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Układy pomiaru kursu: żyroskopowy wskaźnik kursu (zadania i zasada działania, przedstawienie wskazań, używanie wraz z busolą magnetyczną (żyrobusola), mechanizm ustawiania, znoszenie pozorne, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • busola magnetyczna (budowa i działanie, ziemskie pole magnetyczne, błędy, środki ostrożności przy przewozie materiałów magnetycznych, kontrola sprawności dokonywana przez pilota), busola żyroindukcyjna. • Przyrządy kontroli pracy silnika: □ Budowa i zasada działania: □ Obrotomierz □ Wskaźnik ciśnienia ładowania □ Wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa □ Wskaźnik ciśnienia i temperatury oleju □ Wskaźnik temperatury głowic i temperatury gazów wylotowych • Wprowadzenie do instalacji energetycznej i elektrycznej samolotu. • Przyrządy ciśnieniowe • Przyrządy żyroskopowe • Odbiornik nawigacji satelitarnej • Klasyczny układ wskazań • Zintegrowany układ wskazań	
Wytrzymałość maszyn wirnikowyvch	K_W01, K_W06, K_W09, K_U01, K_U03, K_U08, K_K01, K_K04
• Wiadomości wstępne: Rodzaje maszyn wirnikowych. Siła odśrodkowa w maszynach wirnikowych, siła odśrodkowa przypadająca na jednostkę objętości. Rodzaje obliczeń wytrzymałościowych stosowanych w analizie maszyn wirnikowych. Analiza obciążeń działających na maszynę wirnikową. Obciążenia masowe. Obciążenia termiczne. Obciążenia od naporu napływającego czynnika. Obciążenia działające na tarczę turbiny silnika. • Wirujący krążek jako najprostszy model tarczy turbiny. Równanie różniczkowe równowagi dla wirującej tarczy nienagrzanej o zmiennej grubości wzdłuż promienia. Równania opisujące rozkład naprężeń, i odkształceń w wirującej tarczy. • Przypadki szczególne wirujących tarcz- tarcza o stałej grubości, tarcza z otworem. Tarcza nagrzana niejednorodnym polem temperatur. Analiza naprężeń i odkształceń • Wirująca tarcza o stałej wytrzymałości. • Łopatki turbin silników lotniczych – rodzaje. Obciążenia działające na łopatkę. Rozkład temperatury na powierzchni łopatki • Równania opisujące rozkład naprężeń, i odkształceń w wirującej łopatce. Deformacja promieniowa łopatki. • Sposoby łączenia łopatek i tarczy- uproszczona analiza obciążeń w połączeniu jodełkowym. • Rozkład naprężeń i odkształceń w wirującej tarczy pełnej o stałej grubości- zadania • Rozkład naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w tarczy otworem kołowym- zadania • Przypadki szczególne tarcz. Tarcza o stałej wytrzymałości - zadania • Model wirującej tarczy o stałej i zmiennej grubości z uwzględnieniem niejednorodnego pola temperatur. Wykres naprężeń obwodowych i promieniowych. • Połączenie jodełkowe łopatki z dyskiem turbiny – analiza uproszczona modelu płaskiego - zadania • Analiza naprężeń, odkształceń oraz przemieszczeń łopatki w warunkach wirowania – zadania • Zapoznanie z metodami numerycznymi stosowanymi w konstrukcji maszyn wirnikowych – MES – proste przykłady obliczeniowe. Model numeryczny tarczy. • Wizyta dydaktyczna w zakładach WSK-PZL Rzeszów (wydział remontów silników turbinowych oraz wydział prób i testów silników lotniczych)	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	K_W06, K_U08, K_K01
• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia,. Czyste ścinanie. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01
• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfielda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano, wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna próba rozciągania • Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Modelowe badania elastooptyczne • Próba sztywnościowa płatowców	

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.	128 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	90 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.	13 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	35 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 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=1470&C=2019, 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	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 1			**225**	**90**	**0**	**0**	**315**	**30**	**2**	**4**
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Informatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 2			**180**	**60**	**120**	**0**	**360**	**30**	**2**	**2**

3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	
Sumy za semestr: 3			**210**	**165**	**75**	**0**	**450**	**30**	**3**	**3**
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	30	0	0	30	60	4	N	
4	ML	Silniki lotnicze i kosmiczne	30	0	15	0	45	4	N	
4	MP	Techniki wytwarzania 1	15	0	15	0	30	2	N	
4	MG	Techniki wytwarzania 2	15	0	15	0	30	2	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wyposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
Sumy za semestr: 4			**195**	**105**	**105**	**30**	**435**	**30**	**2**	**3**
5	MA	Dynamika maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MB	Dynamika gazów	15	15	0	0	30	3	N	
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	MC	Materiałoznawstwo lotnicze [B]	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Mechanika lotu 1	30	30	15	0	75	5	T	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	30	0	0	30	60	4	T	
5	ME	Praktyka produkcyjna	0	0	0	0	0	2	N	
5	MT	Technologia lotnicza	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Teoria silników lotniczych	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 5			**195**	**90**	**75**	**30**	**390**	**30**	**3**	**1**
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	ML	Konstrukcja samolotów	15	0	15	0	30	3	N	
6	ML	Konstrukcja silników lotniczych 1	45	0	15	30	90	6	T	
6	ML	Metoda elementów skończonych	30	15	0	0	45	4	N	
6	MK	Przekładnie lotnicze	15	0	0	30	45	3	N	
6	MT	Technologia silników lotniczych	15	0	0	15	30	3	N	
6	ML	Teoria maszyn wirnikowych	30	15	0	15	60	5	T	
6	MD	Wymiana ciepła	15	0	15	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 6			**165**	**60**	**45**	**90**	**360**	**30**	**3**	**0**
7	ML	Badania silników lotniczych	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Eksploatacja statków latających	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Lotnicze silniki tłokowe	15	0	15	15	45	4	N	
7	ML	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
7	ML	Metody komputerowe - CAD w proj. silników	0	0	0	45	45	4	N	
7	MI	Osprzęt i sterowanie silnika	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Projektowanie silników lotniczych	30	0	0	45	75	6	T	
7	ML	Wytrzymałość maszyn wirnikowyvch	30	15	0	0	45	5	T	
Sumy za semestr: 7			**120**	**15**	**90**	**105**	**330**	**30**	**2**	**0**
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	ML	Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	ML	Współczesne techniki projektowania i badania silników lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	
Sumy za semestr: 8			**90**	**30**	**0**	**90**	**210**	**30**	**0**	**0**
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			**1380**	**615**	**510**	**345**	**2850**	**240**	**17**	**13**

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. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.4.2. Mogą być wybierane przez studentów niezależnie od wyborów specjalności/ścieżki kształcenia.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	4	N	
1	FF	Fizyka 1	30	15	0	0	45	5	T	
1	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	30	15	0	0	45	5	N	
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	15	0	0	45	3	N	
1	FM	Matematyka 1	45	30	0	0	75	7	T	
1	MD	Ochrona środowiska	15	0	0	0	15	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	0	0	0	30	3	N	
2	MR	Fizyka 2	30	0	15	0	45	4	N	
2	MK	Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	15	0	30	0	45	4	N	
2	MI	Informatyka	15	0	45	0	60	5	N	
2	FM	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	
2	MC	Materiały lotnicze	30	0	15	0	45	3	N	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	

2	ED	Podstawy elektrotechniki	15	0	15	0	30	2	N	
3	ML	Budowa i projektowanie obiektów latających	15	0	15	0	30	3	N	
3	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
3	FM	Matematyka 3	30	15	0	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	15	0	0	45	4	T	
3	MD	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	N	
3	MI	Podstawy elektroniki	30	0	30	0	60	4	N	
3	MT	Podstawy zarządzania	15	15	0	0	30	2	N	
3	MD	Termodynamika	45	15	15	0	75	3	T	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	30	30	0	0	60	4	T	
4	MB	Aerodynamika 1	15	0	15	0	30	3	T	
4	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
4	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	30	0	0	30	60	4	N	
4	ML	Silniki lotnicze i kosmiczne	30	0	15	0	45	4	N	
4	MP	Techniki wytwarzania 1	15	0	15	0	30	2	N	
4	MG	Techniki wytwarzania 2	15	0	15	0	30	2	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	MI	Wyposażenie pokładowe	30	0	15	0	45	4	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	30	30	15	0	75	5	T	
5	MA	Dynamika maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MB	Dynamika gazów	15	15	0	0	30	3	N	
5	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	5	N	
5	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	2	N	
5	MC	Materiałoznawstwo lotnicze [B]	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Mechanika lotu 1	30	30	15	0	75	5	T	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	30	0	0	30	60	4	T	
5	ME	Praktyka produkcyjna	0	0	0	0	0	2	N	
5	MT	Technologia lotnicza	30	0	15	0	45	3	N	
5	ML	Teoria silników lotniczych	30	15	15	0	60	5	T	
6	DJ	Język angielski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język angielski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Jezyk francuski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język francuski (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język niemiecki (B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język rosyjski (A)	0	30	0	0	30	3	N	
6	DJ	Język rosyjski(B)	0	30	0	0	30	3	N	
6	ML	Konstrukcja samolotów	15	0	15	0	30	3	N	
6	ML	Konstrukcja silników lotniczych 1	45	0	15	30	90	6	T	
6	ML	Metoda elementów skończonych	30	15	0	0	45	4	N	
6	MK	Przekładnie lotnicze	15	0	0	30	45	3	N	
6	MT	Technologia silników lotniczych	15	0	0	15	30	3	N	
6	ML	Teoria maszyn wirnikowych	30	15	0	15	60	5	T	
6	MD	Wymiana ciepła	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Badania silników lotniczych	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Eksploatacja statków latających	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Lotnicze silniki tłokowe	15	0	15	15	45	4	N	
7	ML	Metoda elementów skończonych	0	0	30	0	30	2	N	
7	ML	Metody komputerowe - CAD w proj. silników	0	0	0	45	45	4	N	
7	MI	Osprzęt i sterowanie silnika	15	0	15	0	30	3	N	
7	ML	Projektowanie silników lotniczych	30	0	0	45	75	6	T	
7	ML	Wytrzymałość maszyn wirnikowyych	30	15	0	0	45	5	T	
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MF	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
8	MI	Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	15	0	0	0	15	1	N	
8	ML	Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	ML	Współczesne techniki projektowania i badania silników lotniczych	30	15	0	0	45	5	N	
8	MI	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	4	N	

3.4.4. 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 osiąganych 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	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	10

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	24 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	7 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	497.12 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	50
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	40 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	20 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	267 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	29
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	77.50 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	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	279 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	26
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	217.17 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=1470&C=2019

3.4.5. 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=1470&C=2019, które stanowią integralną część programu studiów.

Dynamika maszyn	K_W06, K_U08, K_K01
• Wiadomości wprowadzające. Pojęcia podstawowe. Mechanizmy, struktura, człony, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot. Praca kontrolna 1. • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich. Praca kontrolna 1. • Mechanizmy zębate, mechanizm planetarny, mechanizm różnicowy, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy, przykłady. Praca kontrolna 1. • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, model dynamiczny ruchu mechanizmu, nierównomierność pracy układu. Praca kontrolna 1. • Niewyrównoważenie mas jako przyczyna drgań mechanicznych. Wyrównoważanie mas mechanizmów z członami w ruchu obrotowym i ruchu dowolnym, przykłady. Praca kontrolna 1. • Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-nym stopniu swobody, dynamiczne równania ruchu, charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstotliwość. Przebieg ruchu na płaszczyźnie fazowej, drgania wzdłużne, skrętne i giętne, drgania swobodne tłumione, logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka częstotliwościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy, wymuszenie kinematyczne, przykłady. Praca kontrolna 2. • Wibroizolacja czynna i bierna, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania układu dyskretnego o 2-ch stopniach swobody, częstości własne, widmo częstości własnych, formy własne, drgania swobodne i wymuszone, strefy rezonansu, bezpieczne strefy pracy, tłumik dynamiczny drgań, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania samowzbudne, przykłady. Opis drgań samowzbudnych na przykładzie flatteru skrzydła samolotu. • Dynamika wirników i turbin. • Zaliczenie modułu.	
Aerodynamika 1	K_W07, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01
• Teoria profilu cienkiego: dekompozycja zagadnienia na opływ formy symetrycznej i szkieletowej. Systematyka profili NACA. Zagadnienie proste i odwrotne w teorii profilu cienkiego. Model „1/4-3/4" Weissingera-Pistolessiego. Modyfikacja teorii profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: klapa, slot, klapa szczelinowa. Wpływ ściśliwości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtla-Glauerta. • Profil o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu brzegowego do wyznaczania opływu profili pojedynczych i ich układów. Rodzaje warunków brzegowych: Dirichleta i Neumana. Przegląd metod panelowych wady i zalety. Wybrane metody obliczeniowe: liniowy rozkład wirów, stały rozkład dipoli. Wpływ ściśliwości: poprawka von Kármána-Tsiena • Warstwa warstwa przyścienna na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Metoda Heada dla turbulentnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jonesa dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Sterowanie cyrkulacją na profilu, efekt Coandy. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i oblodzenia na charakterystyki płata nośnego. • Płat o skończonym wydłużeniu l: Opis geometrii płata nośnego: definicja powierzchni nośnej, wydłużenie, średnia cięciwa aerodynamiczna. Teoria linii nośnej. Metoda Treftza-Glauerta. Kąt indukowany, odchylenie strug za skrzydłem. Opór indukowany. Współczynnik siły nośnej i współczynnik oporu indukowanego Cz, Cxi. Rozkład cyrkulacji zapewniający minimalny opór indukowany: twierdzenie Munka. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ziemi (ekranu) na charakterystyki aerodynamiczne płata, wpływ płata na usterzenie w układzie klasycznym. Uproszczone szacowanie wpływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmayra, funkcja Theodorsena, przeciągnięcie dynamiczne • Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową: zastosowanie pomiaru metody Jonesa do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profili lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z klapą szczelinową • Płat o skończonym wydłużeniu : pomiar wagowy siły nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termoanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej	
Badania silników lotniczych	K_W08, K_U04, K_K01
• Badania wizualne. • Badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Badania wizualne. badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. • Badania ultradźwiękowe. • Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne	
BHP i ergonomia	K_W14, K_U10
• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Budowa i projektowanie obiektów latających	K_W11, K_W12, K_U01, K_K04
• Ogólne wprowadzenie do zagadnień Lotnictwa, uwarunkowania fizyczne, techniczne, ekonomiczne i prawne • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu, • Zespoły napędowe • Podstawowe osiągi w locie • organizacja procesu projektowania, uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie). • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie. • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne. Model masowy samolotu: nomenklatura i zasady szacowania masy. • Ogólne informacje o przepisach budowy samolotów i instytucjach nadzoru lotniczego, Normowanie obciążeń samolotu: zasady ogólne wyznaczania obciążeń i podstawowe typy obciążeń w locie i na ziemi • Przegląd układów konstrukcyjnych samolotów i typów struktur nośnych (kratownicowych, półskorupowych i skorupowych) • Schematy konstrukcyjne: płatów, kadłubów, usterzeń, podwozi i płatowcowych elementów zespołów napędowych. • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne.	
Dynamika gazów	
• Pojecie ściśliwości. Równanie stanu gazu doskonałego.Przemiana adiabatyczna. Przemiana izentropowa. Rozchodzenie się drobnych zaburzeń. Prędkość dźwięku.Liczba Macha. Klasyfikacja przepływów. Ocena wpływu pominięcia ściśliwości na dokładność obliczeń ciśnienia dynamicznego i prędkości przepływu. Równanie zachowania energii. Parametry spiętrzenia, Parametry krytyczne. • Wypływ adiabatyczny gazu ze zbiornika. Równanie bilansu energii. Równanie Bernoulliego dla gazów idealnych i przemian adiabatycznych wzdłuż strumienia. Prędkość wypływu - wzor St. Venanta-Wantzela. Wydatek. Przykłady zastosowania. • Jednowymiarowy ustalony przepływ ściśliwy. Przepływ gazu przez kanały. Przepływ gazu ściśliwego przez kanał o zmiennym przekroju. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżnego. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżno-rozbieżnego. Dysza de Lavala. Możliwe przypadki przepływu przez dysze de Lavala. Przepływ przez kanał o stałym przekroju. Zależności parametrów termodynamicznych od liczby Macha. • Fale uderzeniowe: prostopadła fala uderzeniowa, skośna fala uderzeniowa, fala rozrzedzeniowa. Biegunowa fali w płaszczyznie hodografu prędkości. Słaba i silna skośna fala uderzeniowa. Odsunięta fala uderzeniowa. Przepływ wokół zaokrąglonego naroża. Dwa przypadki opływu: naroże wklęsłe, naroże • Przepływ adiabatyczny z uwzględnieniem tarcia. Linia Fanno. Przepływ z bez tarcia i z wymianą ciepła.Linia Rayleigha • Równania ruchu nielepkiego płynu ściśliwego. Porównanie równań ruchu płynu ściśliwego i nieściśliwego w ruchu ustalonym. Wprowadzenie do nowoczesnych metod badawczych/obliczeniowych w dynamice gazów	
Egzamin inżynierski	K_W12, K_U08, K_K03
• Egzamin pisemny	
Ekonomia	K_W14, K_W15, K_U01, K_U11, K_K05
• Wprowadzenie do ekonomii (zarys myśli ekonomicznej, podstawowe pojęcia, zasady i założenia analizy mikroekonomicznej, miejsce ekonomii w systemie nauk społecznych i związki z innymi dyscyplinami nauki). Wprowadzenie do mikroekonomii. • Model gospodarki rynkowej (instytucje, produktywność, sprawność, podmioty, zasoby i strumienie w systemie gospodarczym; rynek - klasyfikacje i zasady funkcjonowania). • Popyt (prawo popytu, wyjątki, determinanty, elastyczność popytu), podaż (prawo podaży, wyjątki, determinanty, elastyczność podaży), równowaga rynkowa w krótkim, średnim i długim okresie, wpływ cen regulowanych na rynek, model pajęczyny. • Teoria wyboru konsumenta (funkcjonowanie gospodarstw domowych, użyteczność, I i II prawo Gossena, renta konsumenta Marshalla, równowaga konsumenta). • Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa (wprowadzenie do teorii przedsiębiorstwa, podstawowe definicje, klasyfikacje i procesy). • Funkcja produkcji w krótkim i długim okresie, efekty skali, wybór optymalnej technologii. • Instrumenty zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie, funkcja kosztów w długim i krótkim okresie, zagadnienie kosztów a płynność finansowa. • Konkurencja doskonała a konkurencja monopolistyczna. • Konkurencja ograniczona -	

monopol i oligopol. • Wprowadzenie do makroekonomii, podstawowe zjawiska i problemy makroekonomiczne. • Rozwój systemów gospodarczych, wzrost gospodarczy - pomiar i uwarunkowania produktu i dochodu narodowego oraz jego determinanty, koniunktura gospodarcza (cykle) oraz rola inwestycji w gospodarce, analiza sytuacji w Europie i na świecie. • Znaczenie sektora finansów publicznych, organizacja SFP (podsektory), wpływ polityki fiskalnej na dochód narodowy, rola państwa w gospodarce, budżet jako narzędzie oddziaływania na gospodarkę, zagadnienie deficytu budżetowego i długu publicznego, wpływ pomocy publicznej (w tym ze środków UE) na rozwój podmiotów gospodarki narodowej, analiza sytuacji w Europie. • Rozwój systemu pieniężnego, rola pieniądza w gospodarce, pieniądz sensu stricte i sensu largo, popyt na pieniądz, podaż pieniądza i mechanizmy jego kreacji, ilościowa teoria pieniądza, agregaty pieniądza. • System bankowy państwa, rola banku centralnego i polityki monetarnej, narzędzia polityki monetarnej, rynek międzybankowy oraz działalność banków komercyjnych. • Zjawisko inflacji oraz jej skutki społeczne i ekonomiczne, popytowe i podażowe przyczyny inflacji, pomiar zjawisk inflacyjnych - wskaźniki inflacji, analiza sytuacji w Europie, polityka antyinflacyjna. • Rynek pracy, polityka zatrudnienia, znaczenie kompetencji oraz procesów demograficznych, elastyczność rynku pracy, bezrobocie jako problem ekonomiczno-społeczny. • Międzynarodowe relacje gospodarcze, rynek walutowy, bilans płatniczy, jednolity rynek Unii Europejskiej i jego znaczenie dla rozwoju państw członkowskich, w tym rozwijających się. Rola Unii Europejskiej w gospodarce globalnej.

Eksploatacja statków latających	K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K02, K_K05

• Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej • Terminologia z zakresu eksploatacji • Problemy eksploatacyjne techniki lotniczej • Ocena właściwości eksploatacyjnej pojedynczego elementu • Analiza właściwości eksploatacyjnych złożonych systemów technicznych • Organizacja systemu transportowego • Systemy bezpieczeństwa lotów • Badania eksploatacyjne statków powietrznych • Organizacja procesu obsługi naziemnej statku powietrznego • Procedury przygotowania do lotu statku powietrznego • Procedury przeglądu statku powietrznego po locie

Fizyka 1	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04

• Elementy mechaniki klasycznej:Zasady dynamiki Newtona. Zasady zachowania: energii, pędu, momentu pędu. Mechanika brył sztywnych. • Elementy szczególnej teorii względności: zasada względności, koncepcja czasu i przestrzeni, czasoprzestrzeń, geometria czasoprzestrzeni. Transformacje Lorentza. Kinematyka i dynamika relatywistyczna. • Pole elektromagnetyczne. Oddziaływanie ładunków w ruchu. Fale elektromagnetyczne. • Optyka geometryczna i falowa. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. • Elementy wibroakustyki. Drgania harmoniczne proste, tłumione i wymuszone. Pełny zakres częstotliwości fal sprężystych; infradźwięki, dźwięki, ultradźwięki, hiperdźwięki. Właściwości fizyczne ultradźwięków, zastosowania w technice. Obszar słyszalności, poziom ciśnienia akustycznego. Hałas. Ochrona środowiska . • Elementy optyki. Optyka geometryczna, optyka falowa. Zastosowania w technice. • Przenikanie się i wzajemna stymulacja fizyki i techniki.

Fizyka 2	K_W02, K_U08

• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Regula faz Gibbsa, wyznaczanie ilości stopni swobody • Wykresy fazowe stopów dwuskładnikowych z przemianą eutektyczną i perytektyczną • Wykresy fazowe stopów trójskładnikowych. • Nadprzewodnictwo • Zajęcia organizacyjne • przepływ ciepła w metalach i stopach - pomiar przewodnictwa cieplnego • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe w metalach i stopach • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Widma atomowe • Zajęcia zaliczeniowe

Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	K_W05, K_U12, K_K04

• Przedmiot, cel i zakres geometrii wykreślnej. Elementy podstawowe w geometrii wykreślnej i podstawowe pojęcia. Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przybależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur z płaszczyzny rzutującej. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w ośmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Punkt przebicia wielościanu prostą. Przenikanie wielościanów. • Powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. • Widoki, przekroje i kłady przedmiotów. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Rysunki wykonawcze części maszyn. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Praca kontrolna: pismo techniczne. • Sprawdzian: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. • Sprawdzian: rzuty prostokątne. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna: przenikanie brył. • Sprawdzian: przekroje proste. Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Uzupełnienie dokumentacji studenta.

Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	K_W05, K_U12, K_K01

• Zastosowanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Przypomienie wiadomości o tolerancjach geometrycznych, pasowaniach i chropowatości powierzchni. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elekroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złozeniowe • Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Przekroje złożone: na podstawie rysunku asonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych wraz z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: tuleja, wał, koło zębate, pokrywa, wspornik. • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji.

Historia techniki lotniczej	K_W12

• Epoka pierwszych wzlotów balonowych. Pionierzy aerostatów. Bracia Montgolfier, Alberto Santos-Dumont. Początki techniki sterowców. Wykorzystanie wczesnych silników spalinowych do napędu aerostatów. • Rozwój techniki sterowcowej. Sterowce szkieletowe hrabiego Zeppelina - struktura sterowców. Wykorzystanie duraluminium w konstrukcjach sterowców • Właściwości profilu aerodynamicznego, zasada działania skrzydła, podstawowe wielkości aerodynamiczne, lot ślizgowy. Biegunowa profilu, skrzydła, samolotu. Projekty statków powietrznych epoki wczesnopionierskiej. • Pierwsze loty ślizgowe. Szybowce Otto Lilienthalla. Pierwsze loty silnikowe: samoloty braci Wright • Zasady silnikowego lotu horyzontalnego. Stateczność statyczna, zapas stateczności. Samoloty epoki pionierskiej. Alberto Santos-Dumont, Henry Farman, Louis Bleriot. Pierwsze przeloty rekordowe • Zasada działania sterów i lotek. Urządzenia zmieniające właściwości aerodynamiczne skrzydła. Polskie konstrukcje lotnicze ery pionierskiej • Lotnictwo wojskowe I Wojny Światowej. Rozwój konstrukcji lotniczych - pierwsze struktury półskorupowe i skorupowe. Lotnice silniki spalinowe okresu I WS. Sylwetki lotników: Manfred von Richthoffen, Albert Ball, Rene Fonck, Ostwald Boelcke, Charles Nungesser • Rozwój lotnictwa komunikacyjnego okresu międzywojennego. Wielkie przeloty rekordowe. Wyścig Londyn-Melbourne. • Podstawowe zagadnienia wytrzymałości konstrukcji. Rodzaje struktur lotniczych i sposoby przenoszenia obciążeń Początki wielkich koncernów lotniczych: Boeing, Douglas. Pierwsze konstrukcje lotnicze o cienkościennych pokryciach pracujących • Konstrukcje lotnicze II Wojny Światowej. Pierwsze napędy odrzutowe. Polskie konstrukcje lotnicze wykorzystane w wojnie obronnej. Rozwój silników spalinowych: sławne konstrukcje (Junkers, BMW, Rolls-Royce, Alisson, Wright) Sylwetki sławnych lotników • Projekty lotnicze końcowego etapu wojny i ich wykorzystanie w okresie powojennym. Rozwój napędów odrzutowych, samoloty użyte podczas konfliktu w Korei. Rozwój samolotów komunikacyjnych okresu powojennego. Pierwsze konstrukcje pasażerskie z napędem odrzutowym. • Początki zastosowania kompozytów w lotnictwie. Konstrukcje militarne do zadań specjalnych: samoloty U-2 i Lockheed Blackbird. Przegląd wojskowych konstrukcji powojennych, do czasów współczesnych • Początki techniki rakietowej. Zasady lotu orbitalnego, prędkości kosmiczne. Zarys historii lotów kosmicznych • Zajęcia seminaryjne - referaty na tematy uzgodnione z prowadzącym, z zakresu historii lotnictwa i techniki lotniczej

Informatyka	K_W03, K_U02, K_U06, K_U17, K_K01, K_K04

• Przypomnienie wiadomości z Technologii informacyjnej. Programowanie proceduralne w języku C++. Przekazywanie tablic (jedno- i dwuwymiarowych) do funkcji. Funkcje rekurencyjne. Funkcje biblioteczne. • Szablony funkcji. Struktury. Definicja typów strukturowych. Tworzenie zmiennych strukturowych. Odwołanie do składników struktur. Unie. • Pliki tekstowe i nietekstowe (binarne). Zmienne plikowe - strumienie. Operacje na plikach: tryb tekstowy i nietekstowy, otwieranie i zamykanie plików, zmiana wskaźnika danych pliku, odczyt i zapis ciągów znaków i bloków bajtów. Wykorzystanie funkcji biblioteki fstream. • Podstawy programowania zorientowanego obiektowo. Definicja typów (klas) obiektowych. Enkapsulacja: specyfikacja dostępu do składników. Tworzenie zmiennych obiektowych. Odwołanie do składników (danych i metod) obiektów. • Programowanie zorientowane obiektowo. Dziedziczenie. Polimorfizm, funkcje wirtualne. • Kolokwium zaliczeniowe wykładu. • Zasady tworzenia programów w środowisku C++. Pierwsze programy: instrukcja przypisania, operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne, wprowadzanie i wyprowadzanie danych, formatowanie operacji we/wy. Programy wykorzystujące instrukcje warunkowe: if, switch. • Instrukcje iteracyjne for, while, do-while. Rejestracja danych w pętli, wyznaczanie wartości ekstremalnych, obliczanie parametrów statystycznych zarejestrowanych danych. Obliczanie n! przy pomocy wybranej (przez menu z instrukcją switch) instrukcji iteracyjnej, szukanie NWP dwóch liczb całkowitych. Tablicowanie wybranej funkcji jednej zmiennej. Wyznaczanie miejsca zerowego funkcji jednej zmiennej przy pomocy metody bisekcji. • Tablice jednowymiarowe (wektory). Szukanie wartości ekstremalnych, wyznaczanie parametrów statystycznych, obliczanie iloczynu skalarnego wektorów. Generowanie nowego wektora na bazie zadanych (dwóch) wektorów. Zamiana miejscami wybranych elementów w wektorze (np. zamiana parami, odwracanie kolejności). • Tablice dwuwymiarowe (macierze). Iloczyn skalarny wiersza i kolumny macierzy zgodnych, mnożenie macierzy. Sumowanie wybranych elementów (wierszy, kolumn, obszarów) macierzy. Wyznaczanie wektora z elementów odpowiednich wierszy (kolumn) macierzy. • Kolokwium I. • Programowanie proceduralne - podprogramy. Funkcja wykorzystująca wszystkie sposoby przekazywania parametrów (przez wartość, wskaźnik, referencję) i zwracająca kod błędu. Funkcje wywoływane w pętli. • Funkcje operujące na tablicach jedno- i dwuwymiarowych. Funkcja do sortowania wektora. Funkcja do wyszukiwania binarnego zadanej wartości w posortowanym wektorze. Wykorzystanie funkcji do operacji na wektorach w postaci wierszy macierzy. Struktury: liczby zespolone, tablice których elementami są struktury. • Odczyt i zapis danych w plikach tekstowych i nietekstowych (wyznaczanie parametrów statystycznych danych liczbowych zapisanych w pliku, wyszukiwanie danych według zadanego kryterium). Projekt systemu zarządzania bazą danych (np. osobowych) zapisanych w pliku. • Kolokwium II. • Programowanie zorientowane obiektowo.

Konstrukcja samolotów	

• WYKŁAD: Wprowadzenie. Obciążenia samolotu: ogólne obciążenia samolotu, obciążenia dopuszczalne i obciążenia niszczące, współczynniki obciążeń i prędkości obliczeniowe. Symetryczne obciążenia sterowane i od podmuchów. • Obciążenia niesymetryczne. Brutalne sterowanie. Obciążenia przy starcie, lądowaniu. Obciążenia awaryjne i obsługowe. • Obciążenia zespołu napędowego i wpływ pracy zespołu napędowego na obciążenie samolotu, obciążenie łoża silnikowego i sąsiednich elementów konstrukcji. • Projektowanie samolotu, etapy projektowania. Ogólna postać zadania projektowego, zmienne, ograniczenia, kryteria. Metody wyboru rozwiązania projektowego. • Układy konstrukcyjne samolotów: rozmieszczenie skrzydeł, usterzeń, podwozia i napędu. • Schematy wytrzymałościowe konstrukcji: kratownice, konstrukcje półskorupowe i skorupowe, zakresy stosowalności. • Rozwiązania konstrukcyjne głównych zespołów samolotu: skrzydeł, kadłubów, usterzeń, podwozi, zespołów napędowych (śmigłowych i odrzutowych). • Obciążenia usterzenia. Obcią¬że¬nia podczas lądowania. Obciążenia zespołu napędowego

Konstrukcja silników lotniczych 1	K_W06, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U08, K_U12, K_K01, K_K04

• Podział silników lotniczych – schematy konstrukcyjne. Obciążenia zespołów konstrukcyjnych (podział obciążeń: mechaniczne, gazodynamiczne, cieplne), sposoby rozmieszczenia podpór wirników, siły bezwładności i momenty. Struktura nośna silnika - Kadłuby jako elementy nośne konstrukcji. Specyfika obciążeń silników śmigłowych i śmigłowcowych. Węzły mocowania silników do płatowca. • Łożyskowanie wirników. Rodzaje łożysk. Uszczelnienia labiryntowe. Zasady kształtowania podpór. Wpływ sposobu profilowania kanału przepływowego na rodzaj podpór. • Sprężarki lotnicze. Podział sprężarek (osiowe, diagonalne, promieniowe). Klasyfikacja sprężarek osiowych. Konstrukcja sprężarki osiowej (wirnik, typy wirników, sposoby przenoszenia momentu obrotowego w konstrukcjach bębnowych, tarczowych, bębnowo-tarczowych). Łopatki wirnikowe. Charakterystyki geometryczne. Zamki łopatek. Łopatki aparatu kierującego. Kadłuby sprężarek. Uszczelniania. Luz wierzchołkowy, luz osiowy. Urządzenia przeciwoblodzeniowe. Materiały konstrukcyjne. Sprężarki promieniowe. Klasyfikacja. Konstrukcja sprężarki promieniowej. • Turbiny. Konstrukcja zespołu turbiny: tarcze, łopatki, wirnik. Specyfika konstrukcji łopatek chłodzonych. Kadłuby turbin. Konstrukcje wielowirnikowe i wielostopniowe. Łopatki wirnikowe i dyszowe. Luz wierzchołkowy. Uszczelnienia w turbinach. Sposoby łączenia tarcz turbin, sposoby łączenia wirników sprężarek i turbin. Sprzęgła. Rozkłady temperatur w turbinach Łopatki, tarcze, wały). Specyfika obliczeń konstrukcyjnych tarcz turbin. Chłodzenie turbin. Sposoby chłodzenia łopatek turbin (obliczenia wydatku powietrza chłodzącego, sprawność procesu chłodzenia), schematy chłodzenia łopatek turbin, schematy i sposoby chłodzenia tarcz turbin. Materiały konstrukcyjne. • Obliczenia łopatek (profilowanie łopatek sprężarek i turbin). Wyznaczania naprężeń w łopatkach (rozciągających, zginających, skręcających). Momenty gnące – kompensacja momentów gnących. Wyznaczanie środków ciężkości profilu, momentu bezwładności, dobór obliczeniowego układu współrzędnych. Skręcanie łopatek. Wyznaczanie naprężeń w zamku trapezowym łopatki sprężarki i obliczenia konstrukcyjne zamka wielo-trapezowego łopatki turbiny. Wyznaczanie współczynników bezpieczeństwa konstrukcji. Naprężenia cieplne w łopatce. Ocena zapasu wytrzymałości łopatki. Wytrzymałość niskocyklowa łopatek turbin. • Drgania łopatek. Postaci drgań własnych łopatki sprężarki osiowej. Wpływ prędkości obrotowej na częstość drgań własnych łopatki. Wpływ sposobu mocowania łopatki na drgania. Wyznaczanie częstości wymuszających drgania łopatki. Rezonans drgań. Identyfikacja postaci drgań. Sposoby obniżania częstości drgań własnych i naprężeń dynamicznych w łopatkach silników. • Wirniki bębnowe i tarczowe. Wady i zalety. Ocena stanu wytężenia wirnika bębnowego. Stan naprężeń w tarczy pełnej, z otworem centralnym, z łopatkami. Współczynnik bezpieczeństwa konstrukcji tarczy i bębna, rozkłady współczynnika bezpieczeństwa. Technologiczne aspekty konstrukcji bębnowej i tarczowej. Sposoby połączenia tarcz i wałów turbin i sprężarek. • Komory spalania. Schematy konstrukcyjne, wymiary, elementy konstrukcji komory. Podział komór spalania. Komory rurowe, pierścieniowe, pierścieniowo-rurowe. Organizacja procesu spalania w komorze. Obliczenia konstrukcji komory spalania – wytrzymałościowe, dynamiczne. Dobór parametrów komory spalania. Kierunki rozwoju komór spalania. Ekologiczne aspekty organizacji procesów spalania w komorze. Materiały do budowy komór spalania. • Dopalacze. Podstawy procesów spalania w komorze dopalacza. Konstrukcja komory dopalacza – elementy konstrukcji, funkcja (urządzenie wlotowe, rura żarowa, urządzenia zapłonowe). Spalania wibracyjne i niestateczne zakresy pracy dopalacza. Zarys obliczeń wytrzymałościowych dopalacza. Dobór i uszkodzenia komory dopalacza. Materiały konstrukcyjne. • Dysze wylotowe. Rodzaje dysz wylotowych. Dysze regulowane. Dysze z wektorowaniem ciągu. Tłmiki hałasu strumienia wylotowego. • Systemy smarowania silników. Wymagania techniczne. Elementy funkcjonalne systemu. Dobór parametrów konstrukcyjnych. Skrzynki napędu agregatów. Układy zasilania paliwem. Pompy, filtry. • Analiza wybranych awarii silników lotniczych w aspekcie wpływu konstrukcji silnika na powstanie i przebieg awarii (katastrofy). • Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji silników przepływowych. • 1. Dokumentacja silnika lotniczego: jednoprzepływowego, dwuprzepływowego, śmigłowcowego, 2. Schemat konstrukcji silnika jednoprzepływowegoi dwuprzepływowego, identyfikacja zespołów konstrukcyjnych silnika, wymiarowanie silnika 3. Węzły mocowania silnika do płatowca – rozmieszczenie węzłów, identyfikacja węzłów głównych, transportowych, montażowych, obliczenia. 4. Wloty silników. Wyznaczanie obciążeń, wymiarowanie wlotu poddźwiękowego i naddźwiękowego. 5. Profilowanie łopatki sprężarki osiowej. Geometria, środek ciężkości profilu. Wyznaczanie obciążeń, dobór kąta zaklinowania, wyznaczanie naprężeń i rozkładu współczynnika bezpieczeństwa. Wyznaczanie częstości drgań własnych łopatki. Kompensacja momentów gnących. 6. Obliczenia wytrzymałościowe zamka trapezowego. Przekroje krytyczne zamka.

Lotnicze silniki tłokowe	K_W05, K_W06, K_W07, K_W09, K_U01, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K02

• Podział silników tłokowych (silniki rzędowe, przeciwsobne, widlaste, rzędowe). Obiegi porównawcze tłokowych silników spalinowych (obiegi silników dwu i czterosuwowych), obiegi teoretyczne i porównawcze, projektowanie wykresu obiegu porównawczego. Silniki o zapłonie iskrowym (zasada działania, tworzenie mieszanki palnej, spalanie, komory spalania), Silniki o zapłonie samoczynnym (zasada działania, tworzenie mieszanki palnej, spalanie, komory spalania) – rodzaje komór, wady i zalety rozwiązań konstrukcyjnych komór). • Charakterystyki silników i wskaźniki operacyjne (średnie ciśnienie indykowane, prędkość obrotowa, moment obrotowy, moc silnika, sprawność). Jednostkowe zużycie paliwa. Moc jednostkowa, charakterystyka prędkościowa wysokościowa, śmigłowa. • Ekologiczne aspekty użytkowania silnika(zadymienie spalin, toksyczność spalin, hałaśliwość pracy silnika), paliwa silnikowe, oleje, smary. • Obciążenia mechaniczne i cieplne silnika (kinematyka układu korbowego, siły bezwładności, siły gazowe, obciążenia cieplne) • Projektowanie silnika (założenia ogólne, modelowanie i symulacje, dobór liczby cylindrów i układ cylindrów, główne wymiary silnika, szacowanie masy silnika i wymiarów zewnętrznych) • Materiały konstrukcyjne w budowie silników tłokowych lotniczych • Wybrane zespoły konstrukcyjne: zespół tłokowy (tłok, pierścień, sworzeń – obliczenia, materiały, konstrukcja). Wały korbowe, korbowody (konstrukcja wałów, czopy główne, ramię wykorbienia, obliczenia).Wyrównoważanie silnika (silnik jednocylindrowy, widlasty, gwiazdowy) • Układy dolotowe i wylotowe, rozrząd silników czterosuwowych (krzywki rozrządu, napęd zaworów, sprężyny, zawory) Chłodzenie silników (wpływ powietrza na pracę silnika, chłodzenie powietrzne). Układy smarowania silników (oleje silnikowe, schematy układów olejenia, pompy oleju, filtry, zawory przelewowe, miski olejowe). Układy zasilania silników ZI (gaźniki, układy wtryskowe). Układy zasilania silników z ZS (pompy i układy wtryskowe, układ akumulatorowy, pompowtryskiwacze) Regulacja i sterowanie pracą silników. • Doładowanie silników (ciśnienie doładowania, systemy doładowania silników lotniczych, granice doładowania, dobór wielkości sprężarki, charakterystyka wysokościowa silnika doładowanego). Perspektywy rozwoju lotniczych silników tłokowych • 1.Wyznaczanie przebiegu ciśnienia w cylindrze silnika tłokowego 2.Określenie głównych wymiarów silnika 3.Kinematyka mechanizmu korbowego 4.Projekt zespołu tłoka 5.Obliczenia wału korbowego 6.Wyrównoważanie silnika jednocylindrowego 7.Dobór sprężarki doładowującej • 1.Rysunki konstrukcyjne silników tłokowych, dokumentacja techniczna. 2.Badanie wybranych charakterystyk silnika tłokowego 3.Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej (w zależności od śmigła) 4.Charakterystyka dławiona silnika tłokowego

Matematyka 1	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Elementy logiki matematycznej, funktory i kwantyfikatory. Zasada indukcji matematycznej. Równania i nierówności wymierne i wielomianowe, schemat Hornera, wykresy funkcji liniowych, wielomianowych, wymiernych, prostych funkcji niewymiernych (przypomnienie). Przegląd funkcji elementarnych: funkcje trygonometryczne, cyklometryczne (arcsin(x) i arctg(x)), wykładniczych i logarytmicznych. Równania i nierówności trygonometryczne, wykładnicze i logarytmiczne. Składanie funkcji. • Liczby zespolone, postać algebraiczna i trygonometryczna, wielomiany zespolone, przykłady pierwiastków zespolonych, Zasadnicze Twierdzenie Algebry. • Ciągi liczbowe (rzeczywiste i zespolone), granica ciągu. Szeregi liczbowe, zbieżność szeregów. Szeregi potęgowe. Przykłady funkcji zespolonych wyrażone szeregami, funkcja wykładnicza, trygonometryczne, wymierne, logarytm zespolony. Granica funkcji, ciągłość funkcji rzeczywistej. • Pochodna funkcji, wyznaczanie pochodnych, funkcje złożone i ich pochodne. Zastosowania pochodnych: reguła d'Hospitala, styczne do wykresu, monotoniczność funkcji, ekstrema lokalne funkcji. Wykres funkcji. • Geometria analityczna na płaszczyźnie. Działania na wektorach, prosta, okrąg, krzywe stożkowe. Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej – działania na wektorach, iloczyn skalarny i wektorowy. równanie prostej, płaszczyzny, przykłady powierzchni opisywanych równaniami stopnia 2-go (walec, paraboloida, stożek ...). Krzywa w przestrzeni opisana równaniami parametrycznymi. • Macierze, działania na macierzach (dodawanie, mnożenie przez liczbę, mnożenie macierzy, wyznaczniki, Twierdzenie Sarrusa, Twierdzenie Laplace'a, własności wyznacznika, wartości własne macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych. • Funkcje wielu zmiennych, powierzchnie jako wykres funkcji (płaszczyzna, paraboloida, sfera, walec). Pochodne cząstkowe, ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych.

Matematyka 2	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Funkcja pierwotna, całka nieoznaczona jako zbiór funkcji pierwotnych, całka oznaczona jako przyrost funkcji pierwotnej. Podstawowe metody całkowania, całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych, trygonometrycznych i niewymiernych – przykłady. • Zastosowania całek oznaczonych, pole obszaru, długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej • Całki podwójne i potrójne, we współrzędnych kartezjańskich, biegunowych, walcowych i sferycznych. • Zastosowania całek wielokrotnych: pole powierzchni, masa, środek ciężkości, momenty statyczne i bezwładności niejednorodnego obszaru płaskiego oraz bryły niejednorodnej. • Całki krzywoliniowe po krzywych opisanych równaniem funkcyjnym i równaniami parametrycznymi, zastosowania – długość i masa krzywej.Całki powierzchniowe po powierzchni opisanej równaniem funkcyjnym, zastosowania pole powierzchni, masa i środek ciężkości niejednorodnego płata powierzchniowego. • Podstawowe wiadomości z teorii równań różniczkowych zwyczajnych. Równanie, rozwiązanie równania, warunki brzegowe i warunki Cauchy'ego dla równań zwyczajnych. Rozwiązywanie wybranych typów równań zwyczajnych (równania zmiennych rozdzielonych, równania liniowe, równania sprowadzalne do równań zmiennych rozdzielonych i/lub równań liniowych). Wybrane równania opisujące zjawiska fizyczne • Transformata Laplace'a i jej zastosowanie do rozwiązywania równań liniowych wyższych rzędów. • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych.

Matematyka 3	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowe, średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Przegląd zmiennych skokowych i ciągłych. Korzystanie z tablic rozkładów: Poissona, normalnego, Chi-kwadrat, t-studenta. • Elementy statyki opisowej. Szereg rozdzielczy, wyznaczanie podstawowych parametrów próby statystycznej. Wizualizacja danych statystycznych. • Estymacja punktowa i przedziałowa podstawowych parametrów, weryfikacja hipotez statystycznych.

Materiałoznawstwo lotnicze [B]	

• Wymagania stawiane materiałom przeznaczonym na konstrukcje lotnicze • Ogólna charakterystyka materiałów stosowanych w konstrukcjach lotniczych • Stopy tytanu stosowane w lotnictwie • Stopy aluminium stosowane w lotnictwie • Materiały kompozytowe w konstrukcjach lotniczych • Podatność na korozję materiałów stosowanych do wytwarzania elementów konstrukcji lotniczych • Zabezpieczenia antykorozyjne stosowane w przemyśle lotniczym • Mechanizmy zniszczenia materiałów lotniczych - pękanie, zmęczenie, pełzanie

Materiały lotnicze	K_W08, K_W12

• Struktura, klasyfikacja i charakterystyka materiałów inżynierskich • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych (krystalizacja, umocnienie odkształceniowe, rekrystalizacja) • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stal niestopowa. Odlewnicze stopy żelaza • Stal stopowa • Stopy metali nieżelaznych (Al, Ti, Ni, Cu) • Materiały niemetaliczne, kompozyty • Zabezpieczenia antykorozyjne • Podstawy doboru materiałów lotniczych • Badania nieniszczące i makroskopowe

Mechanika lotu 1	K_W11

• Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka atmosfery, międzynarodowa atmosfera wzorcowa. • Siły i momenty aerodynamiczne, współczynniki sił i momentów, kryteria podobieństwa. • Charakterystyka nośności i biegunowa samolotu bez usterzenia • Ustalony lot ślizgowy samolotu, biegunowa prędkości • Charakterystyki podstawowych typów zespołów napędowych: silnik tłokowy, turbośmigłowy i turboodrzutowy • Zasada działania, charakterystyki i dobór śmigła • Ustalony lot silnikowy samolotu, wyznaczanie charakterystycznych prędkości lotu, pułapu i czasu wznoszenia metodą mocy i ciągów • Start i lądowanie samolotu , wpływ mechanizacji płata i bliskości ziemi. • Zasięg, długotrwałość lotu i promień działania samolotu • Elementarne pojęcia z zakresu stateczności i sterowności samolotu. • Wyznaczanie biegunowej aerodynamicznej samolotu • Wyznaczanie "uproszczonej" i "pełnej" biegunowej prędkości samolotu • Wyznaczanie charakterystyki ciągu zespołu śmigło-silnik, dobór średnicy śmigła stałego i "constant speed" • Wyznaczanie charakterystyk aerodynamicznych samolotu z wychylonymi klapami i wpływem ziem • Wyznaczanie długości start i lądowania samolotu • Wyznaczanie zasięgu i długotrwałości lotu samolotu • Modelowanie matematyczne bezsilnikowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne podstawowych, ustalonych osiągów samolotu • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu

Mechanika ogólna 1	K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04

• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył,

równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,	
Mechanika ogólna 2	K_W06, K_U08, K_K01, K_K04
• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania ruchu środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika układu brył, przykłady. • Ruch względny, przykłady. • Żyroskop, teoria uproszczona. • Kolokwium z zakresu treści kształcenia TK01-TK05 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. • Równania Lagrange'a drugiego rodzaju, przykłady	
Mechanika płynów	K_W07, K_U04, K_U08, K_K04
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizykalna w świetle molekularnej struktury materii. Ściśliwość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsena. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu-równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka kątowa sondy Prandtla. Pomiar lepkości cieczy. • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej.Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francisa. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki pompy • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Analiza wymiarowa. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniutonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych, Charakterystyki profili lotniczych. Przeciągnięcie. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego Odwzorowania konforemne. Profil Żukowskiego. Warunek Kutty-Żukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyścienna:Warunki powstawania, Równania Prandtla i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)	
Metoda elementów skończonych	K_U06
• Podstawowe założenia MES, idealizacja konstrukcji, etapy rozwiązywania problemu: etap I - proces idealizacji, etap II – analiza poszczególnych elementów, etap III – analiza układu (konstrukcji). • Analiza elementu prętowo – belkowego, funkcje kształtu. Macierz sztywności w układzie globalnym – przykład transformacji. Uogólnione siły i przemieszczenia, podstawowe zależności dla elementu i układu. • Podstawowe elementy dwuwymiarowe: element tarczowy – trójkątny – macierz sztywności odniesiona do uogólnionych sił i przemieszczeń, macierz sztywności odniesiona do sił i przemieszczeń rzeczywistych. Elementy płytowe – trójkąt Pascala jako podstawa doboru funkcji kształtu spełniającej warunek geometrycznej • Elementy trójwymiarowe. Koncepcja super elementu. Naturalne współrzędne elementów – całkowanie wielomianów. • Interpolacje Lagrange'a i Hermita. • Koncepcja elementu izoparametrycznego. • Ogólne zadanie całkowania numerycznego. • Analiza układu • zasady tworzenia macierzy sztywności układu, uwzględnianie warunków brzegowych	
Metody komputerowe - CAD w proj. silników	K_W05, K_W12, K_U06, K_U14, K_K01
• pozyskanie uporządkowanej wiedzy z zakresu projektowania części maszyn i zapisu konstrukcji, wspomaganego poprzez komputerowe systemy wspomagania projektowania, stosowane w lotnictwie • przyswojenie wiedzy nt. rozwiązań stosowanych we współczesnym lotnictwie oraz trendów rozwoju tej dziedziny • nabycie umiejętności doboru właściwego narzędzia informatycznego, do zdefiniowanego zagadnienia problemowego • opanowanie wiedzy nt. specyfikowania prostych urządzeń i systemów lotniczych w oparciu o zestaw podstawowych parametrów funkcjonalnych • przedstawienie możliwości rozwoju własnych kompetencji i potencjalnych korzyści wynikajacych z tego rozwoju	
Ochrona środowiska	K_W02, K_W14, K_K02
• Podstawowe pojęcia i definicje: środowisko, ochrona środowiska w ujęciu ogólnym i wąskim, zasoby przyrody odnawialne i nieodnawialne, technosfera, idea zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju), ekosystem i przyjęty schemat modelu systemu, gdzie występuje wzajemne oddziaływanie: człowieka, przemysłu i technologii oraz środowiska. • Budowa ziemskich ekosystemów. Ziemia w Układzie Słonecznym. Pojęcie ekosfery. Zarys powstania i ewolucji Ziemi. Właściwości fizykochemiczne i cechy funkcjonalne atmosfery ziemskiej i jej skład. • Ziemska hydrosfera. Właściwości wody i jej znaczenie zarówno w skali globalnej (morza i oceany kształtują klimat Ziemi), jak i w skali mole¬kularnej (obecność wody w komórkach organizmów). Zasoby wody, krążenie wody w przyrodzie i jako surowiec. • Ziemska litosfera, jej budowa począwszy od wnętrza Ziemi do powierzchni z omówieniem aktywności geologicznej naszej planety (wędrówki ziemskich kontynentów, wybuchy wulkanów i przesuwanie się płyt tektonicznych, litosfera, astenosfera). Gleba, schemat budowy warstwy gleby oraz jej funkcje podtrzymujące i chroniące życie na naszej planecie (wyżywienie świata, zasoby leśne, zasoby surowców naturalnych i paliw). • Pierwiastki chemiczne występujące na Ziemi. Właściwości węgla, wodoru i fosforu. Cykl lub obieg biogeochemiczny jako obieg pierwiastków będący następstwem życia organicznego w kontekście procesów geologicznych i chemicznych w środowisku. Biogeochemiczny cykl: węgla, azotu, siarki i fosforu w ujęciu rocznych strumieni, zobrazowany przebiegiem procesów zachodzących w instalacjach przemysłowych lub w środowisku naturalnym za pomocą wykresu Sankeya. • Pojęcie: zanieczyszczenia, substancji niebezpiecznej i wielkość dopuszczalnej emisji w środowisku. Źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka i źródła naturalne emitujące zanieczyszczenia do atmosfery. Rodzaje zanieczyszczeń oraz sposoby zapobiegania, rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych, aerozolowych i gazowych, hałas, tereny chronione, środowisko gleb, typowe zanieczyszczenia gleb i ich likwidacja, remediacja gruntów, odpady, ustawowy podział, odpady niebezpieczne, gospodarka odpadami, utylizacja odpadów, charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska w poszczególnych komponentach. • Oddziaływanie przemysłu lotniczego na środowisko: skutki i sposoby oddziaływania, etap pozyskiwania paliw pierwotnych, etap przetwarzania paliw; wpływ na krajobraz, litosferę, atmosferę, hydrosferę oraz infrastrukturę techniczną i społeczną. Zagadnienia podstawowe procesów oczyszczania spalin. Zagadnienia związane z metodami zapobiegania emisji. Pomiary i obliczanie emisji zanieczyszczeń, przygotowanie gazów do oczyszczania. Oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń gazowych. Absorpcja. Adsorpcja. Spalanie termiczne i katalityczne. Kondensacja. Oczyszczanie biologiczne. Odpady i ich zagospodarowanie. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania , aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja – pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przeźroczystości atmosfery, silna absorpcja w niejednolitym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo – właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany – gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchnia – atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna, siła Coriolisa, komórkowa struktura atmosfery, centra działania atmosfery, masy powietrza, fronty atmosferyczne, wiatry - rodzaje mechanizm powstawania, dynamika atmosfery polarnych szerokości geograficznych, globalna cyrkulacja oceaniczna, prądy powierzchniowe i głębinowe, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. Globalna cyrkulacja oceaniczna: mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, ustrój cieplny oceanu, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie – powstawanie, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt.	
Ochrona własności intelektualnej	K_W16, K_U01, K_K03
• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego	
Osprzęt i sterowanie silnika	K_W03
• Śmigło lotnicze jako obiekt sterowania. Silnik tłokowy jako obiekt sterowania. Regulatory prędkości obrotowej. Regulatory ciśnienia ładowania. Regulatory składu mieszanki. Regulatory mocy (ograniczniki temperatury). Przykłady praktycznych zastosowań. Silnik odrzutowy jako obiekt sterowania: charakterystyka procesu roboczego silnika, równania dynamiki silnika odrzutowego. Układ regulacji prędkości obrotowej, regulatory temperatury i mocy. Sterowanie silników dwuwirnikowych. Sterowanie turbinowych silników śmigłowych. Równania dynamiki turbinowych silników śmigłowych. Prawa sterowania na podstawowych zakresach pracy. Regulatory prędkości obrotowej turbinowych silników śmigłowych. Regulatory temperatury spalin. Korektory i ograniczniki. Sterowanie wirników nośnych śmigłowców i śmigieł. Ograniczenia w sterowaniu śmigłowców. Sterowanie turbinowych silników dwuprzepływowych. Specyfika sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Dwuprzepływowy silnik odrzutowy jako obiekt regulacji. Układy sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Zasady projektowania układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. Tendencje i perspektywy rozwoju układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. • Scilab – komputerowe wspomagnaie w projektowaniu układów regulacji. Lotnicze czujniki pomiarowe. Pompa nurnikowa – element układu sterowania. Izodromowe sprzężenie zwrotne – symulacja cyfrowa. Cyfrowy model silnika lotniczego. Pomiar prędkości obrotowej wału silnika. Badanie iskrowników – wykorzystanie sygnału z iskrowników do pomiaru prędkości obrotowej wału silnika. Symulacja cyfrowa elementów układu sterowania jako metoda prototypowania proponowanych rozwiązań.	
Podstawy automatyki	K_W03, K_U06, K_U07, K_U08
• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki.Układy automatycznej regulacji. Wprowadzenie do opisu matematycznego elementów automatyki • Przekształcenie Laplace'a. Podstawowe właściwości. Przekształcenie odwrotne. Definicja transmitancji operatorowej. Wprowadzenie do charakterystyk czasowych • Wykreślanie podstawowych charakterystyk czasowych. Transmitancja widmowa. Wprowadzenie do charakterystyk częstotliwościowych. • Charakterystyki częstotliwościowe • Podstawowe elementy automatyki • Przekształcanie schematów blokowych • Opis układów dynamicznych w przestrzeni stanów • Fazowe zmienne stanu • Stabilność. Warunki stabilności. Kryterium Hurwitza, Ruth, Michajłowa, Nyquista, logarytmiczne Nyquista. • Dokładność statyczna. Obliczanie uchybu ustalonego. • Regulatory P, PI, PD, PID. Właściwości. Dobór nastaw regulatora z wykorzystaniem logarytmicznych charakterystyk częstotliwościowych. Regulacja dwu i trójpołożeniowa. Układy hierarchiczne. Wprowadzenie do układów automatycznego sterowania lotem. • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Symulacja układów numerycznych • Badanie stabilności układów automatycznej regulacji • Regulacja PID	
Podstawy elektroniki	K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01
• 1. Wstęp do elektroniki, podstawowe informacje dotyczące zakresu wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych, przedstawienie wymagań dotyczących	

zasad wykonywania ćwiczeń, zasad BHP, posługiwania się sprzętem laboratoryjnym tj. multimetrem cyfrowym, oscyloskopem, zasilaczem laboratoryjnym. • 2. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne bierne, parametry tolerancje wykonania, warunki pracy. Podzespoły półprzewodnikowe diody prostownicze, schotky, uniwersalne, tranzystory bipolarne,układ pracy tranzystora, tranzystory polowe, tranzystory MOSFET, aplikacje z tranzystorami bipolarnymi oraz z tranzystorami MOSFET, półprzewodniki w obwodach prądu zmiennego tyrystor, triak. Opgraniczania w pracy elementów półprzewodnikowych. • 3. układy zasilające zasilacze niestabilizowane, zasilacze liniowe, monolityczne liniowe stabilizatory napięcia, stabilizatory LDO, LDV, stabilizowane zasilacze impulsowe, zasilacze obniżające napięcie, zasilacze podwyższające napięcie, zasilacze wielonapięciowe, separacja galwaniczna w zasilaczach, zasilacze synchroniczne, przetwornice DC-DC, przetwornice DC-AC. • 4. Układy analogowe. Wzmacniacze operacyjne, wzmacniacz odwracający,nieodwracający, wzmacniacz różnicowy ,wtórnik, sumator analogowy, wzmacniacz logarytmijący, komparatory analogowe, generatory napięcia sinusiodalnego, generatory przebiegów impulsowych, układy całkujące, układy różniczkujące analogowe układy kondycjonowania sygnałów. • 5.Układy cyfrowe, technologia TTL, CMOS. Standardy sygnałów w cyfrowych układach TTL, obciążalność prądowa, technologia TTLS, TTL LS. Standardy sygnałów w układach CMOS, obciążalność prądowa, Rodzina układów HC, HCT. Łączenie układów TTL-CMOS, ograniczenia w pracy układów cyfrowych. • 6. Układy kombinacyjne. Bramki logiczne, komparatory cyfrowe, enkodery i dekodery, multipleksery i demultipleksery, układy kontroli parzystości, sumatory, jednostka arytmetyczno logiczna ALU. • 7. Układy sekwencyjne. Przerzutnik RS, przerzutnik JK, Przerzutnik D, rejestry, liczniki binarne ,liczniki dziesiętne , liczniki rewersyjne, lczniki programowane, zmiana modulo licznika, układy kształtowania impulsu monowibratory, multiwibratory. • 8. Układy wyjściowe. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwomechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 9. Optoelektronika.Diody LED parametry, układy zasilania , diody LED dużej mocy- warunki pracy , ograniczenia. Wyświetlacze segmentowe LED budowa, parametry, sterowanie sekwencyjne wyświetlaczem, wyświetlacze OLED, wyświetlacze LCD budowa zasada działania, parametry. Wyświetlacze VFD,fotoelementy, fototranzystory, transoptory. • 10. Programowane struktury logiczne, układy EPLD. Układy GAL rodziny 16V8, struktura budowy układów,zasady programowania, programowane struktury logiczne układów Xilinx, Altera, Lattice, narzędzia programowania programowanych struktur logicznych. • 11. Mikroprocesory i mikrokomputery jednoukładowe. Budowa mikroprocesora, system mikroprocesorowy, pamięci ROM,RAM, obszar We-Wy. Urządzenia wewnętrzne mikrokomputera jednoukładowego, liczniki, układy monitorowania napięcia, układ nadzorowania pracy mikrokomputera WD-timer. Architektura mikrokomputera jednoukładowego. • 12. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemiana częstotliwości, transciwery. Nadawanie sygnałów radiowych ,modulacje ciągłe, AM,FM. Modulacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny prętowe , anteny kierunkowe. • 13. Elektroakustyka. Zakres częstotliwości akustycznych, skala decybelowa, przetworniki elektroakustyczne, mikrofony, głośniki, wzmacniacze sygnałów akustycznych, zniekształcenia sygnałów, szumy, przydźwięki. Urządzenia elektroakustyczne na pokładzie samolotu. • 14. Technologia montażu układów elektronicznych. Chemiczne środki wspierania technologi motażu podzespołów. Lutowanie elementów elektronicznych i układów scalonych, montaż, demontaż układów SMD, technologia automatycznego montażu na płytkach drukowanych, zabezpieczenia ESD przy produkcji układów elektronicznych. • 15. Zakłócenia w układach elektronicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Źródła i rodzaje zakłóceń, sposoby rozprzestrzeniania się zakłóceń , zakłócenia przewodowe, zakłócenia radiacyjne. Eliminacja zakłóceń, komponenty do redukcji zakłóceń. • Technologia montażu układów elektronicznych, lutowanie elementów dyskretnych, lutowanie układów SMD, demontaż elementów elektronicznych • Sterowanie silnikiem prądu stałego. Generowanie sygnału PWM, Obserwacja sygnału oscyloskopem cyfrowym, obliczenia parametrów zbudowanego układu. • Układy zasilające. Badanie parametrów stabilizatora liniowego. Badanie parametrów stabilizatora impulsowego. Wyznaczenie i porównanie sprawności układów. • Komponenty elektroniczne. Rozpoznanie i kwalifikacja komponentów, pomiar wybranych parametrów mostkiem RLC, multimetrem cyfrowym. • Sterownik PLC. Podstawowe polecenia sterownika PLC ZEN, zasady programowania drabinkowego, konfiguracja linii wejścia wyjścia. Programowanie sterownika do zadanej aplikacji, weryfikacja działania programu. • Cyfrowe magistrale danych, interfejs równoległy, interfejsy szeregowe RS 232, SPI, CAN, I2C. Wymagania sprzętowe do realizacji połączenia interfejsu szeregowego. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na bramkach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy cyfrowe sekwencyjne. Zaprojektowanie zadanego układu sekwencyjnego, analiza poprawności działania układu. • Układy analogowe. Badanie podstawowych konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego, wzmacniacz odwracający, wzmacniacz nieodwracający, wtórnik. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtru dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Układ sumujący , układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.

Podstawy elektrotechniki	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01

• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy,rodzaje. Strałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie pradu przemiennego. Trójkąt impedancji. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności.

Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	K_W05, K_U08, K_U14, K_U16, K_K01, K_K03, K_K06

• Wymagania stawiane wyrobom technicznym. Metodyka konstruowania w budowie maszyn. Kryteria oceny obiektów technicznych. Podstawy wytrzymałości zmęczeniowej. • Połączenia spawane • Połączenia nitowe • Połączenia gwintowe: rodzaje i zastosowanie gwintów, rozkład sił. • Połączenia gwintowe: obliczenia wytrzymałościowe • Połączenie gwintowe pracujące z napięciem wstępnym • Osie i wały: przeznaczenie, zasady kształtowania, obliczenia wytrzymałościowe • Połączenia wał-piasta: wpustowe, wielowypustowe, rozprężno-zaciskowe • Łożyska toczne i ślizgowe • Sprzęgła mechaniczne • Przykłady obliczeń węzłów i części maszyn • Projekt 1: Połączenia • Projekt 2: Wał maszynowy • Uzupełnienie dokumentacji studenta

Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	K_W05, K_U14, K_U16

• Przekładnie zębate walcowe • Przekładnie zębate stożkowe • Przekładnie cięgnowe • Przekładnie falowe • Przekładnie ślimakowe • Przykłady obliczeń przekładni mechanicznych • Komputerowe wspomaganie projektowania przekładni mechanicznych • Projekt 1: Dwustopniowa przekładnia zębata • Projekt 2: Sprzęgło mechaniczne • Uzupełnienie dokumentacji studenta

Podstawy zarządzania	K_W15

• Wprowadzenie do zarządzania. Organizacje i potrzeba kierowania. Pojęcie kierowania i zarządzania. Funkcje i czynności kierownicze. Rodzaje kierowników. Proces zarządzania. Zakres zarządzania. Synergia a efekt organizacyjny • Rozwój zarządzania Szkoła naukowa. Szkoła naukowej organizacji pracy. Szkoła klasycznej teorii organizacji. Szkoła behawioralna. Szkoła ilościowa. Szkoła systemowa. Kierunek sytuacyjny • Zarządzanie celami organizacji i planowanie. Cele organizacji – funkcje i rodzaje. Istota, metody, techniki i style zarządzania, Proces planowania. Planowanie w organizacji. Zarządzanie ustalaniem celów i procesem planowania. • Proces organizowania. Tworzenie struktur organizacyjnych. Typy struktur organizacyjnych i ich projektowanie. Zarządzanie zmianami w organizacjach. Reorganizacja • Proces przywództwa. Przywództwo i proces oddziaływania. Style kierowania. Zarządzanie potencjałem społecznym organizacji.(planowanie, organizowanie, zatrudnianie, kierowanie) Motywowanie pracownika do pracy. Sterowanie, kierowanie a zarządzanie. • Podejmowanie decyzji kierowniczych. Istota podejmowania decyzji. Typy decyzji. Klasyczny model podejmowania decyzji. Etapy podejmowania decyzji. Grupowe podejmowanie decyzji w organizacjach. Procesy informacyjno- decyzyjne. • Kontrola i controlling. Istota kontroli. Proces kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. • Zarządzanie marketingowe. Filozofia marketingu. Zadania marketingu. Strategie marketingowe: ofensywne, defensywne, konkurencyjne, cenowe • Zarządzanie logistyczne i Zarządzanie innowacyjne. Istota procesów logistycznych. Strategie zarządzania logistycznego. Istota i rodzaje innowacji. Bariery wprowadzanie innowacji. Strategie zarządzania innowacyjnego. • Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem.. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością. 14 punktów Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. Ekologiczna bariera rozwoju. Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Dobór optymalnej ilości wyrobów do planu produkcji. • Analiza stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie

Praktyka produkcyjna	K_W13, K_W14, K_U10, K_K04

• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.

Projekt inżynierski	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_W16, K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06

• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego. Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określanie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.

Projektowanie silników lotniczych	K_W09

• 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.

Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	K_W14, K_W15, K_K03

• Informacje ogólne o właściwościach człowieka - operatora • Ludzkie możliwości i ograniczenia • Podstawy psychologii społeczna • Czynniki wpływające na osiągnięcia • Środowisko fizyczne • Zadania wykonywane przez człowieka • Zasady komunikacji międzyludzkiej • Model ludzki • Ryzyko w miejscu pracy

Przekładnie lotnicze	K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U04, K_K01

• Klasyfikacja napędów, charakterystyczne wskaźniki napędów. Zespół napędowy samolotu i śmigłowca. Wymagania stawiane zespołom napędowym, miejsce zabudowy zespołu napędowego w samolotach i śmigłowcach. • Przekładnie mechaniczne jako części składowe zespołów napędowych samolotów i śmigłowców. Schematy kinematyczne złożonych przekładni napędowych. Podział przekładni złożonej na przekładnie proste walcowe, stożkowe i obiegowe jedno i wielodrożne. • Dobór przełożeń przekładni złożonych i poszczególnych stopni przekładni prostych. Wyznaczanie prędkości i momentów obrotowych. • Wybrane zagadnienia z teorii uzębień i zazębień. Dobór podstawowych cech przekładni. • Metody obliczeń wytrzymałościowych zębów kół. Kostrukcja wybranych przekładni napędowych: samolotowych i śmigłowcowych głównych, pośrednich i ogonowych. Konstrukcja zespołów i elementów tych przekładni. • Konstrukcja kół i sposoby łączenia ich z wałami, łożyskowanie i uszczelnianie wałów. • Materiały na części przekładni iich obróbka cieplna. Dokładność wykonania części i zespołów przekładni. Smarowanie przekładni. • Badania stanowiskowe przekładni. • Projekt I. Wykonać projekt przekładni pośredniej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych. dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt II. Wykonać projekt przekładni planetarnej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt III. Wykonać projekt przekładni stożkowej z zębami kołowo-łukowymi. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych. dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt IV. Wykonać projekt istniejącego reduktora i przekładni lotniczej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych. dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu.

Silniki lotnicze i kosmiczne	K_W07, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U15, K_K01, K_K02,

	K_K04
• Paliwa lotnicze. Wartość opałowa, liczba oktanowa i cetanowa. Spalanie zupełne i niezupełne. Normy emisji spalin • Podział i klasyfikacja napędów lotniczych. Napęd bezpośredni i pośredni – przykłady rozwiązań konstrukcyjnych. Śmigło lotnicze – zasada działania- podstawy, charakterystyka śmigła. Lotnicze silniki tłokowe – kryteria klasyfikacji. Główne parametry silnika tłokowego. Wskaźniki pracy silnika – moc, moment obrotowy, prędkość obrotowa, jednostkowe i godzinowe zużycie paliwa • Schematy konstrukcyjne : silniki rzędowe, przeciwsobne („boxer"), gwiazdowe, widlaste. Główne zespoły konstrukcyjne silnika tłokowego spalinowego- zarys konstrukcji. Kinematyka układu korbowo-tłokowego. Podstawy procesów tworzenia mieszanki paliwowo-powietrznej. Współczynnik nadmiaru powietrza – mieszanka uboga i bogata. Powstawanie siły gazowej. Kadłuby silników. Wał korbowy, korbowód. Układ rozrządu i zawory. Układ zasilania paliwem (gaźnikowy i wtryskowy), układy smarowania, chłodzenia. Układ dolotowy i wylotowy. Obiegi porównawcze silników (Otto, Diesla, Sabathe'a- Sieligera). Silniki czterosuwowe i dwusuwowe. Charakterystyka obrotowa. Zarys systemu eksploatacji lotniczego silnika tłokowego. Doładowanie silników – systemy doładowania, granice możliwości doładowania- silnik wysokościowy, charakterystyki zewnętrzne. Perspektywy rozwojowe silników tłokowych. • Silniki przepływowe. Kryteria klasyfikacji i podział silników przepływowych. Silnik strumieniowy, pulsacyjny, rezonansowy. Silniki jednoprzepływowe i dwuprzepływowe. Silniki turbinowe śmigłowe i śmigłowcowe. Ciąg silnika – źródło ciągu, wyznaczanie ciągu. Sposoby zwiększania ciągu i mocy. Parametry jednostkowe silnika przepływowego. Obieg porównawczy silnika odrzutowego. Rozkład parametrów cieplno-przepływowych w kanale przepływowym silnika. • Charakterystyki wysokościowe, prędkościowe i obrotowe silnika odrzutowego. Warunki i zakresy pracy silnika przepływowego. Zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego i śmigłowego (śmigłowcowego): wlot, sprężarka, komora spalania, turbina, dysza wylotowa, dopalacz, reduktor. • Przegląd wybranych konstrukcji silników odrzutowych. Systemy eksploatacji silników lotniczych. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych, silniki hipersoniczne. • Silniki rakietowe na stały i ciekły materiał pędny. Wytwarzanie ciągu w silnikach rakietowych. Charakterystyki silników rakietowych. Silniki statków kosmicznych – perspektywy rozwoju. Obszary zastosowań silników lotniczych i kosmicznych • 1.Wyznaczanie parametrów atmosfery wzorcowej dla wybranej misji samolotu. 2.Obliczenia podstawowych parametrów silnika tłokowego z zapłonem iskrowym, obieg bez strat. 3.Wyznaczanie parametrów kinematycznych w układzie tłok-korbowód wał korbowy silnika tłokowego, 4.Wyznaczanie parametrów termo-gazodynamicznych w przekrojach kontrolnych silnika odrzutowego, jednoprzepływowego 5.Wyznaczanie ciagu i wymiarowanie silnika przepływowego. Model wyznaczania charakterystyki prędkościowo-wysokościowej silnika • 1.Schematy i przekroje lotniczych silników tłokowych, zespoły konstrukcyjne- zapoznanie. 2.Zdejmowanie charakterystyki mocy silnika tłokowego 3.Rozruch silnika strumieniowego 4.Rozruch silnika pulsacyjnego 5.Rozruch silnika turbinowego (modelarskiego), zdejmowanie charakterystyki obrotowej.	
Techniki wytwarzania 1	K_W08, K_U04, K_K01
• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka poodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozycje spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych • Wykonanie form z modeli dzielonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW • - Podstawy odkształceń plastycznych: wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo płynięcia plastycznego, praca odkształcenia plastycznego, mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym: naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. - Tłoczenie: informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wytłoczek. Kucie i prasowanie: charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia; wpływ kształtu odkuwki materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie: podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. Ciąg-nienie: wiadomości ogólne, ciągnienie prętów i rur. Wyciskanie: przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Polimery pochodzenia naturalnego, polimery syntetyczne: metody otrzymywania polimerów syntetycznych, struktura cząsteczkowa polimerów, postacie konformacyjne, budowa makrocząsteczki, masa cząsteczkowa, stopień polimeryzacji, zjawisko polidyspersji, struktura krystaliczna, stany fizyczne polimerów. - Zachowanie polimerów w próbie jednoosiowego rozciągania, pełzanie i relaksacja naprężeń, izo-chronowe krzywe odkształcenie – naprężenie, modele reologiczne, technologiczny podział tworzyw sztucznych, podstawowe gatunki i ich właściwości fizyczne, chemiczne, mechaniczne i inne. - Charakterystyka stanu plastyczno-płynnego: ciecze lepkie i lepkosprężyste, efekt Weissenberga iefekt Barusa. Podstawowe właściwości technologiczne tworzyw sztucznych: płynność, skurcz, czas utwardzania. Podział metod przetwórstwa: metody obróbki formującej i metody obróbki wykończeniowej. Podstawy procesu uplastyczniania: uplastycznianie tłokowe, ślimakowe, mieszane, tarczowe. - Charakterystyka metod obróbki formującej: prasowania, wytłaczania i formowania wtryskowego. Charakterystyka metod obróbki wykończeniowej: termoformowanie, łączenie, dzielenie, obróbka powierzchniowa. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). - Wytłaczanie naczynia w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Identyfikacja tworzyw sztucznych na podstawie: wyglądu zewnętrznego, postaci handlowej, gęstości, zachowania się w otwartym płomieniu. - Analiza podstawowych parametrów procesu wtrysku: cykl procesu wtrysku, ciśnienie wtrysku, ciśnienie docisku, ciśnienie spiętrzania, temperatura wtrysku, temperatura formy. - Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych za pomocą statycznej próby rozciągania.	
Techniki wytwarzania 2	K_W08
• Wiadomości wstępne. Tworzenie odlewu w formie. • Układ wlewowy i zasilający. Rysunek formy gotowej do zalania. • Obróbka poodlewnicza. • Otrzymywanie ciekłego metalu. Piece odlewnicze. • Specjalne metody odlewania • Rodzaje procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. • Pozycje spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych • Wykonanie form z modeli dzielonych • Formowanie z obieraniem. • Formowanie z rdzeniem. Wykonywanie odlewów. • Spawanie gazowe. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą GTAW	
Technologia informacyjna	K_W03, K_U02, K_U04, K_U06, K_K01
• Technologia informacyjna. Informatyka. Informacja i jej jednostki: bit, bajt i ich wielokrotności. Pozycyjne systemy zapisu liczb: dziesiętny, dwójkowy, ósemkowy, szesnastkowy. Konwersja zapisu liczb pomiędzy systemami o różnej podstawie. Kodowanie liczb całkowitych: kod znak-moduł, kod uzupełnieniowy do dwóch. Kodowanie liczb rzeczywistych: zapis stałoprzecinkowy i zmiennoprzecinkowy. Kodowanie znaków. Operacje arytmetyczne i logiczne na danych binarnych. • Budowa komputerów. Rodziny procesorów: CISC, RISC. Mikrokontrolery. Architektura von Neumanna i Harvard. Układy sterujące. Magistrale. Pamięć operacyjna (RAM), podręczna (cache), stała (ROM). Pamięci masowe: dyski twarde, dyski optyczne, pamięć typu Flash (NAND, NOR). Działanie, zalety i wady różnych systemów archiwizacji danych. Urządzenia wejścia/wyjścia. Systemy zobrazowania informacji. Technologia komputerowa stosowana w statkach powietrznych. Systemy wbudowane. • Oprogramowanie systemowe. BIOS. System operacyjny i jego zadania. Podział systemów operacyjnych. Wielozadaniowość, wielodostęp, wielowątkowość. Systemy czasu rzeczywistego. Systemy rozproszone. Emulacja systemów komputerowych. Wirtualizacja systemów operacyjnych. Oprogramowanie użytkowe. Testowanie oprogramowania. Zarządzanie oprogramowaniem. Wymagania wobec oprogramowania stosowanego w lotnictwie: norma DO-178. • Algorytm. Badanie złożoności obliczeniowej algorytmów: klasyfikacja złożoności czasowej, klasy algorytmów. Program komputerowy. Kod maszynowy. Języki niskiego poziomu: asembler, zapis rozkazów. Języki wysokiego poziomu. Kompilator, interpreter, konsolidator. Błędy w programach. Zasady programowania. Elementy schematów blokowych. • Programowanie w języku C++. Słowa kluczowe, identyfikatory, literały, komentarze, dyrektywy preprocesora, stałe, zmienne, typy, definicje i deklaracje, struktura programu. Typy danych języka. Zakresy ważności nazw. Instrukcje przypisania. Operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne. Operacje wejścia/wyjścia. Instrukcje warunkowe. Instrukcje iteracyjne. Proste algorytmy numeryczne i kombinatoryczne. Tablice jednowymiarowe i wielowymiarowe. Algorytmy sortowania wektorów. Wskaźniki. Wskaźniki a tablice. Dynamiczny przydział pamięci. Referencja. Programowanie proceduralne: funkcje, przekazywanie parametrów. • Sprawdzian.	
Technologia lotnicza	K_W08, K_W12, K_U10, K_K01
• Różnorodność wyposażenia warsztatowego. Zasady bezpiecznej pracy przy korzystaniu z zasobów energetycznych warsztatu, środków chemicznych oraz materiałów eksploatacyjnych. • Narzędzia, oprawki, uchwyty obróbkowe. Oprzyrządowanie montażowe i wyposażenie kontrolno-pomiarowe. • Zasady posługiwania się oprzyrządowaniem technologicznym. Elementy ustalające i mocujące. Ustalenie i zamocowanie przedmiotu w uchwycie. Dokładność oprzyrzadowania. • Dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. Charakterystyka wymiarów. Tolerancja wymiarów, kształtu i położenia. Normy opisujące jakość wykonania. • Przedmioty pracy stosowane w produkcji lotniczej. • Dokumentacja techniczna stosowana w procesach wytwórczych. • Zasady projektowania procesu technologicznego obróbki i montażu. • Technologia połączeń nitowych. Oprzyrządowanie do nitowania. Poprawność procesu nitowania, badanie połączeń nitowych. • Zasady montażu i kontrola połączeń gwintowych oraz mechanizmów śrubowych, połączeń kształtowych (wpustowe, klinowe, kołkowe, sworzniowe), połączeń podatnych (sprężystych) oraz łożysk. • Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Rodzaje półfabrykatów i przygotowanie ich do obróbki. • Budowa uchwytów obróbkowych i montażowych. Bazowanie do obróbki. • Czynniki wpływające na dokładność obróbki. • Proces technologiczny. • Kontrola jakości wyrobu. • Metody montażu	
Technologia silników lotniczych	K_W08, K_U15, K_K01
• Proces technologiczny - etapy projektowania procesu obróbki i kontroli. • Wybór obrabiarki, uchwytów, narzędzi i przyrządów w obniesieniu do półfabrykatu i dokładności oraz chropowatości powierzchni. • Dobór parametrów obróbki. • Projektowanie PT części klasy wał. • Projektowanie PT części klasy tarcza i tuleja. • Projektowanie PT części klasy korpus. • Projektowanie PT części klasy kolo zębate. • Projektowanie PT części klasy dźwignia. • Dokumentacja technologiczna. • Weryfikacja rysunku wykonawczego. • Dobór półfabrykatu. • Karta półfabrykatu. • Naddatki obróbkowe. • Karta technologiczna • Karta instrukcji obróbki. • Karta kontroli.	
Teoria maszyn wirnikowych	K_W09
• Maszyny wirnikowe - podział, działanie, definicje. Równania analizy termoaerodynamicznej. Parametry strumienia jako funkcje gazodynamiczne. Sprężarki typu osiowego i promieniowego - cechy konstrukcyjne, zasady działania i zastosowanie. Charakterystyczne prace i sprawności, sprężstatyczny i spiętrzenia sprężarki. Schemat, działanie i podstawowe parametry stopnia promieniowego. Kanały wlotowe sprężarki. Analiza pracy wirnika i dyfuzorów sprężarki odśrodkowej. Rotalpia, parametry stanu w przepływie względnym i reakcyjność stopnia.Płaska palisada profilów i trójkąty prędkości strumienia w stopniu osiowym. Podstawowe zależności aerodynamiczne dla palisady. Analiza strat w osiowym stopniu sprężającym.Charakterystyki sprężarek. Przyczyny i skutki zjawiska oderwania wirującego i pompażu. Zespół turbiny - podstawowe równania stopnia. Parametry stopnia osiowego turbiny. Wypływ strumienia z palisady łopatek wieńca dyszowego i wrnikowego stopnia turbiny. Działanie i charakterystyki turbin różnych typów. • Siły oddziaływania ścianek dyfuzora na strumień. Wyznaczenie parametrów na wejściu na wejściu sprężarki i wyjściu turbiny za pomocą funkcji gazodynamicznych. Parametry strumienia na wylocie wirnika , dyfuzora bezłopatkowego ; łopatkowego i kolektora sprężarki promieniowej. Sposoby regulacji sprzarki: nastawne łopatki wlotowego wieńca kierownic, nastawne łopatki wieńców dyfuzorów, układy wielowirnikowe. Wieniec dyszowy i wirnikowy tubiny osiowej - procesy rozprężania. • Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wylocie wirnika stopnia osiowego sprężarki. Rozkład parametrów kinematycznych na wlocie i wylocie wirnika stopnia osiowego turbiny. Obliczenie parametrów strumienia w charakterystycznych przekrojach sprężarki promieniowej.	
Teoria silników lotniczych	K_W07, K_W09, K_U01, K_U03, K_U17, K_K01, K_K02
• Wprowadzenie do przedmiotu, przegląd rozwiązań silników lotniczych • Obieg Braytona, analiza silnika idealnego • Analiza procesów termogazodynamicznych w zespołach silnika turbinowego • Analiza silnika jednoprzepływowego • Analiza silnika z dopalaczem oraz konstrukcji dwuwirnikowej • Analiza silnika dwuprzepływowego • Turbinowy silnik śmigłowy i śmigłowcowy • Wstęp do badań silników i analiza charaterystyk różnych typów silników • Wstęp do analizy stanów przejściowych pracy silnika • Analiza rozwoju konstrukcji lotniczych i ich kierunków rozwoju • Obliczenia termogazodynamiczne procesów w silniku idealnym • Obliczenia procesów termodynamiczno-przepływowych w zespołach silników lotniczych (wlot, sprężarka, wentylator, komora spalania, turbina, dysza wylotowa • Opis i obliczenia przebiegu procesów w różnych typach silników z uwzględnieniem strat oraz wyznaczanie ich osiągów	
Termodynamika	K_W07, K_U07, K_U08, K_K02
• Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: Energia, formy energii, przekształcenia energii; Substancja, ilość substancji, liczba Avogadra; Zamknięty i otwarty system termodynamiczny; Stan termodynamiczny, znamiona termodynamiczne, ciśnienie, temperatura, funkcje stanu, równowaga, Zerowa Zasada Termodynamiki; Przemiana, zjawiska quasi-statyczne, proces, funkcje przemiany i obieg termodynamiczny. • System substancji czystej: substancja czysta, faza; Oddziaływania molekuł, stany skupienia, analiza zjawiska izobarycznego, stan nasycenia, stopień suchości, punkt krytyczny, punkt potrójny, wykresy T-v, P-v, P-T, P-T-v; Opis stanu - para mokra, para przegrzana, gaz, gaz rzeczywisty – gaz doskonały; Równanie stanu, równanie Clapeyrona, prawo Awogadro, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynnik ściśliwości, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmanna. • Zasada Zachowania Energii: Działania termiczne, ciepło, system adiabatyczny, wymiana ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie, wewnętrzne źródła ciepła; Działania mechaniczne, praca mechaniczna, praca granicy systemu, niemechaniczne formy pracy; I Zasada Termodynamiki; Bilans energetyczny układu przepływowego, entalpia, praca techniczna. • Energia cieplna i entalpia: Ciepło właściwe gazów - rzeczywistych, półdoskonałych i	

doskonałych; związek miedzy ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej; Mieszaniny gazowe: prawo Daltona, Prawo Amagata, ciśnienie cząstkowe, udziały składników, właściwości zastępcze mieszaniny. • Przemiany gazów: przemiana politropowa, politropa techniczna, charakterystyczne przemiany gazowe, ich wykresy w układzie P-v, stan termodynamiczny w przemianach, praca i ciepło przemian charakterystycznych; Obiegi: praca i ciepło obiegu, obiegi lewo i prawobrzeżne - właściwości i funkcje, silniki cieplne, pompy ciepła, sprawność i współczynnik wydajności obiegu. • Procesy odwracalne i nieodwracalne, źródła nieodwracalności, praca w procesach odwracalnych i nieodwracalnych, odwracalny cykl Carnota, sprawność i współczynnik wydajności obiegów nieodwracalnych, jakość źródeł energii, termodynamiczna skala temperatury; II Zasada Termodynamiki: silniki cieplne – sformułowanie Kelvina-Plancka, pompy cieplne – sformułowanie Clausiusa, perpetuum mobile. Entropia i jej właściwości: nierówność Clausiusa, definicja entropii, zmiana entropii systemu, bilans entropii - przenoszenie i generowanie entropii, układ T-s, zasada wzrostu entropii, fizyczny sens entropii, zastosowania pojęcia entropii; Układ T-s dla gazów doskonałych: entropia gazów doskonałych, przemiany charakterystyczne, przemiana izentropowa; Dyssypacja na wykresach P-v i T-s. • Gazowe urządzenia energetyczne: obiegi porównawcze, techniczne znaczenie obiegu Carnota; Silniki: silniki tłokowe – obiegi: Otto–Beau de Rochas, Diesla, Seiligera–Sabathe, silniki przepływowe – obiegi: Braytona-Joule`a, Humphreya, regeneracja i podgrzewanie międzystopniowe – obiegi: Braytona-Joule`a, Ericsona, Stirlinga; Pompy cieplne - obieg Joule`a. • Właściwości pary mokrej i przegrzanej: Energia cieplna i entalpia w procesie parowania, równanie Clausiusa-Clapeyrona; Stan i funkcje stanu pary mokrej, przemiany charakterystyczne pary mokrej i przegrzanej, wykres h-s, tablice pary nasyconej i przegrzanej. • Gazy wilgotne; określenie stanu, wilgotność bezwzględna, wilgotność względna, zawartość wilgoci, punkt rosy, równanie stanu, entalpia powietrza wilgotnego; Wykres i-X - konstrukcja i zawartość; Przemiany izobaryczne: ogrzewanie lub chłodzenie, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie, granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce; Sprężanie i rozprężanie adiabatyczne - sucha i wilgotna adiabata. • Termodynamika przepływów: równanie ciągłości; uogólnione równanie Bernoulliego, znamiona statyczne, dynamiczne i spiętrzenia, przepływ przez kanały o zmiennym przekroju. • Termodynamika spalania: substraty i produkty; Bilans substancji, zapotrzebowanie tlenu i powietrza, ilość spalin i skład spalin, punkt rosy spalin; Bilans energii: ciepło spalania, wartość opałowa, sprawność spalania, temperatura spalin, dysocjacja; Urządzenia spalające: rodzaje, bilans energetyczny. • Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna – gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury – równanie ciśnienia, rozkład gęstości – równowaga globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche – gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne – gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Parowe urządzenia energetyczne: obieg Carnota w obszarze pary; Siłownia parowa, prawobieżny obieg Clausiusa-Rankine`a z przegrzaniem i bez, wpływ parametrów obiegu na pracę i sprawność obiegu, przegrzew wtórny i podgrzewanie regeneracyjne; Pompa cieplna, obieg Lindego, parametry obiegu, obieg nadkrytyczny, dobór czynnika roboczego i źródeł ciepła, efektywność pomp ciepła. • Wymiana ciepła: Konwekcja wymuszona: mechanizm konwekcji wymuszonej, równanie Newtona, hydrauliczna warstwa przyścienna, przepływ laminarny i turbulentny, liczba Reynoldsa, termiczna warstwa przyścienna, liczba Prandtla, liczba Nusselta, równania kryterialne; Intensyfikacja wymiany ciepła; Konwekcja swobodna: mechanizm konwekcji swobodnej, liczba Grashofa i Rayleigha, konwekcja swobodna na powierzchni i w przestrzeniach zamkniętych; Przewodzenie: prawo Fouriera, przewodność cieplna, dyfuzyjność cieplna, wpływ budowy materiału, ustalone przewodzenie przez płaską płytę, przenikanie ciepła, opory cieplne, ściana wielowarstwowa; Wymienniki ciepła; Promieniowanie: mechanizm wymiany ciepła przez promieniowanie; ciało doskonale czarne, prawo Stefana-Bltzmanna, prawo Plancka; właściwości ciał, emisyjność, absorbcyjność, refleksyjność, przepuszczalność, wymiana ciepła przez promieniowanie. • Oznaczenia, jednostki, I Zasada Termodynamiki, termiczne równanie stanu. Kaloryczne równanie stanu, średnie ciepło właściwe. Przemiany gazów doskonałych. Obliczanie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej, entalpii i entropii. Mieszaniny gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropy mieszaniny. Obiegi porównawcze silników gazowych. Przemiany powietrza wilgotnego. Podstawowe obliczenia związane ze spalaniem paliw oraz przepływami jednowymiarowymi. • Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. • Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. • Wyznaczanie wykładnika adiabaty. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. • Pomiar wartości opałowej paliw gazowych.	
Współczesne techniki projektowania i badania silników lotniczych	K_W06, K_W07, K_W13, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05
• opanowanie techniki projektowania z wykorzystaniem technik CAD • wykorzystanie technik optycznych, metod badań ultradźwiękowych i wiroprądowych • wykorzystanie technik CAD w projektowaniu zespołowym wybranego podzespołu konstrukcyjnego • opracowanie technologii prowadzenia prac badawczych uszkodzonego elementu silnika • zapoznanie z kierunkami rozwoju przyszłościowych napędów lotniczych	
Wychowanie fizyczne 1	K_K01, K_K04
• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • 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).	
Wychowanie fizyczne 2	K_K01, K_K04
• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.Oswojenie ze środowiskiem wodnym, zabawy, nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, poślizg, nauka prawidłowej prac NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego (pokaz, objaśnienie), poślizg na piersiach. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu.Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie. Nauka prawidłowej prac RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływackich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.	
Wykład monograficzny	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04
• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości. Jak zmieniały się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwsza na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty	
Wymiana ciepła	K_W07, K_U07, K_U08, K_K04
• 1. Przewodzenie – prawo Fouriera, współczynnik przewodzenia ciepła. Ustalone przewodzenie przez ścianki płaskie, cylindryczne i kuliste. Opory przewodzenia ciepła 2. Konwekcja – prawo Newtona, współczynnik przejmowania (wnikania) ciepła, opór przejmowania ciepła. Przenikanie ciepła przez ścianki płaskie i cylindryczne, współczynnik przenikania ciepła, opory przenikania ciepła 3. Promieniowanie cieplne –prawo Stefana-Boltzmanna. Całkowite właściwości ciał biorących udział w wymianie ciepła przez promieniowanie. Tożsamość Kirchhoffa, prawo rozkładu energii Plancka, monochromatyczne właściwości ciał, ciało szare, reguła przesunięć Wiena. Współczynnik wymiany ciepła przez promieniowanie hr i jego zależność od temperatury. Przykład obliczenia hr dla dwu współśrodkowych powierzchni cylindrycznych. 4. System przewodząco – konwekcyjny na przykładzie prostego, krótkiego żebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymieniana moc cieplna. Sprawność żebra i jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu żebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe-następstwo rozkładu temperatury, a dalej – rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtla Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury w masie płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej. Rozbieg hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i miejscowego współczynnika przejmowania ciepła na odcinkach rozbiegu. Sposób uwzględniania, w zależnościach kryterialnych, rozbiegu i zmiany właściwości płynu wraz ze zmianą temperatury płynu w przekroju. Przykłady zależności kryterialnych uzyskanych teoretycznie i empirycznie 7. Przykład rozwiązania analitycznego dla konwekcji wymuszonej: prosta rurka okrągła, rozwinięty profil prędkości, warunek brzegowy stałej temperatury ścianki (ew. stałego strumienia cieplnego na ściance) 8. Analogie w konwekcji. • Wprowadzenie BHP 1. Przewodzenie przez ściankę płaską – aparat Poensgena 2. Przewodzenie przez ściankę cylindryczną – aparat rurowy 3. Numeryczne modelowanie pól temperatury – metoda bilansów elementarnych 4. Pomiar współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej na rurze 5. Badanie rurowego wymiennika ciepła 6. Sprawdzanie praw promieniowania 7. Zaliczanie ćwiczeń laboratoryjnych	
Wyposażenie pokładowe	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_U08, K_U13, K_K01, K_K04
• Klasyfikacja, właściwości i parametry wyposażenia pokładowego. Instalacja odbioru ciśnień powietrza (OCP). Dajniki ciśnienia całkowitego i statycznego – rurka Pitot'a. Błąd wywołany położeniem dajników ciśnienia, odwadnianie instalacji, elementy grzejne, błędy instalacji OCP. • Pomiar barometrycznej wysokości lotu – zasada działania i budowa, przeznaczenie skali dodatkowej, wpływ gęstości powietrza, wysokość ciśnieniowa, wysokość rzeczywista, międzynarodowa atmosfera wzorcowa, poziom lotu, odczyt wskazań wysokościomierzy trzywskazówkowych, błędy przyrządowe, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Pomiar prędkości lotu względem powietrza – zasada działania i budowa, zależność pomiędzy ciśnieniem dynamicznym i statycznym, definicje prędkości przyrządowej, przyrządowej poprawionej i prędkości rzeczywistej względem powietrza, błędy przyrządowe, wskazania prędkościomierza, znaczenie kolorowych łuków na skali prędkościomierza, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Wariometr – zasada działania i budowa, przeznaczenie, opóźnienie wynikające z zasady działania, pomiar chwilowej prędkości pionowej (VSI), odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Żyroskopy pomiarowe (zasada działania, błędy - precesja) i ich zastosowania w lotniczych przyrządach pokładowych. Twierdzenie Resala. Moment giroskopowy. • Napęd elektryczny oraz pneumatyczny giroskopów. Giroskop o dwóch stopniach swobody. Zakrętomierz i koordynator zakrętu (wpływ prędkości, przedstawienie wskazań, koordynator zakrętu, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, chyłomierz poprzeczny: zasada działania, odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • żyroskop całkujący, pion żyroskopowy, sztuczny horyzont (żyroskop o 3 stopniach swobody, zastosowanie i działanie, zobrazowanie i interpretacja wskazań, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Układy pomiaru kursu: żyroskopowy wskaźnik kursu (zadania i zasada działania, przedstawienie wskazań, używanie wraz z busolą magnetyczną (żyrobusola), mechanizm ustawiania, znoszenie pozorne, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • busola magnetyczna (budowa i działanie, ziemskie pole magnetyczne, błędy, środki ostrożności przy przewozie materiałów magnetycznych, kontrola sprawności dokonywana przez pilota), busola żyroindukcyjna. • Przyrządy kontroli pracy silnika: □ Budowa i zasada działania: □ Obrotomierz □ Wskaźnik ciśnienia ładowania □ Wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa □ Wskaźnik ciśnienia i temperatury oleju □ Wskaźnik temperatury głowic i temperatury gazów wylotowych • Wprowadzenie do instalacji energetycznej i elektrycznej samolotu. • Przyrządy ciśnieniowe • Przyrządy żyroskopowe • Odbiornik nawigacji satelitarnej • Klasyczny układ wskazań • Zintegrowany układ wskazań	
Wytrzymałość maszyn wirnikowyvch	K_W01, K_W06, K_W09, K_U01, K_U03, K_U08, K_K01, K_K04
• Wiadomości wstępne: Rodzaje maszyn wirnikowych. Siła odśrodkowa w maszynach wirnikowych, siła odśrodkowa przypadająca na jednostkę objętości. Rodzaje obliczeń wytrzymałościowych stosowanych w analizie maszyn wirnikowych. Analiza obciążeń działających na maszynę wirnikową. Obciążenia masowe. Obciążenia termiczne. Obciążenia od naporu napływającego czynnika. Obciążenia działające na tarczę turbiny silnika. • Wirujący krążek jako najprostszy model tarczy turbiny. Równanie różniczkowe równowagi dla wirującej tarczy nienagrzanej o zmiennej grubości wzdłuż promienia. Równania opisujące rozkład naprężeń, i odkształceń w wirującej tarczy. • Przypadki szczególne wirujących tarcz-tarcza o stałej grubości, tarcza z otworem. Tarcza nagrzana niejednorodnym polem temperatur. Analiza naprężeń i odkształceń • Wirująca tarcza o stałej wytrzymałości. • Łopatki turbin silników lotniczych – rodzaje. Obciążenia działające na łopatkę. Rozkład temperatury na powierzchni łopatki • Równania opisujące rozkład naprężeń, i odkształceń w wirującej łopatce. Deformacja promieniowa łopatki. • Sposoby łączenia łopatek i tarczy- uproszczona analiza obciążeń w połączeniu jodełkowym. • Rozkład naprężeń i odkształceń w wirującej tarczy pełnej o stałej grubości-zadania • Rozkład naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w tarczy otworem kołowym- zadania • Przypadki szczególne tarcz. Tarcza o stałej wytrzymałości - zadania • Model wirującej tarczy o stałej i zmiennej grubości z uwzględnieniem niejednorodnego pola temperatur. Wykres naprężeń obwodowych i promieniowych. • Połączenie jodełkowe łopatki z dyskiem turbiny – analiza uproszczona modelu płaskiego - zadania • Analiza naprężeń, odkształceń oraz przemieszczeń łopatki w warunkach wirowania – zadania • Zapoznanie z metodami numerycznymi stosowanymi w konstrukcji maszyn wirnikowych – MES – proste przykłady obliczeniowe. Model numeryczny tarczy. • Wizyta dydaktyczna w zakładach WSK-PZL Rzeszów (wydział remontów silników turbinowych oraz wydział prób i testów silników lotniczych)	
Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	K_W06, K_U08, K_K01

• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia,. Czyste ścinanie. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.

Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01
• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfielda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano, wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna próba rozciągania • Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Modelowe badania elastooptyczne • Próba sztywnościowa płatowców	

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

Dynamika maszyn	K_W06, K_U08, K_K01
• Wiadomości wprowadzające. Pojęcia podstawowe. Mechanizmy, struktura, człony, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot. Praca kontrolna 1. • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich. Praca kontrolna 1. • Mechanizmy zębate, mechanizm planetarny, mechanizm różnicowy, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy, przykłady. Praca kontrolna 1. • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, model dynamiczny ruchu mechanizmu, nierównomierność pracy układu. Praca kontrolna 1. • Niewyrównoważenie mas jako przyczyna drgań mechanicznych. Wyrównoważanie mas mechanizmów z członami w ruchu obrotowym i ruchu dowolnym, przykłady. Praca kontrolna 1. • Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-nym stopniu swobody, dynamiczne równania ruchu, charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstotliwość. Przebieg ruchu na płaszczyźnie fazowej, drgania wzdłużne, skrętne i giętne, drgania swobodne tłumione, logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka częstotliwościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy, wymuszenie kinematyczne, przykłady. Praca kontrolna 2. • Wibroizolacja czynna i bierna, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania układu dyskretnego o 2-ch stopniach swobody, częstości własne, widmo częstości własnych, formy własne, drgania swobodne i wymuszone, strefy rezonansu, bezpieczne strefy pracy, tłumik dynamiczny drgań, przykłady. Praca kontrolna 2. • Drgania samowzbudne, przykłady. Opis drgań samowzbudnych na przykładzie flatteru skrzydła samolotu. • Dynamika wirników i turbin. • Zaliczenie modułu.	
Aerodynamika 1	K_W07, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01
• Teoria profilu cienkiego: dekompozycja zagadnienia na opływ formy symetrycznej i szkieletowej. Systematyka profili NACA. Zagadnienie proste i odwrotne w teorii profilu cienkiego. Model „1/4-3/4" Weissingera-Pistolessiego. Modyfikacja teorii profilu cienkiego (poprawka Riegelsa). Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: klapa, slot, klapa szczelinowa. Wpływ ściśliwości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtla-Glauerta. • Profil o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu brzegowego do wyznaczania opływu profili pojedynczych i ich układów. Rodzaje warunków brzegowych: Dirichleta i Neumana. Przegląd metod panelowych wady i zalety. Wybrane metody obliczeniowe: liniowy rozkład wirów, stały rozkład dipoli. Wpływ ściśliwości: poprawka von Kármána-Tsiena • Warstwa warstwa przyścienna na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Metoda Heada dla turbulentnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jonesa dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Sterowanie cyrkulacją na profilu, efekt Coandy. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i oblodzenia na charakterystyki płata nośnego. • Płat o skończonym wydłużeniu I: Opis geometrii płata nośnego: definicja powierzchni nośnej, wydłużenie, średnia cięciwa aerodynamiczna. Teoria linii nośnej. Metoda Treftza-Glauerta. Kąt indukowany, odchylenie strug za skrzydłem. Opór indukowany. Współczynnik siły nośnej i współczynnik oporu indukowanego Cz, Cxi. Rozkład cyrkulacji zapewniający minimalny opór indukowany: twierdzenie Munka. Interferencja aerodynamiczna: wpływ ziemi (ekranu) na charakterystyki aerodynamiczne płata, wpływ płata na usterzenie w układzie klasycznym. Uproszczone szacowanie wpływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmayra, funkcja Theodorsena, przeciągnięcie dynamiczne • Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową: zastosowanie pomiaru metody Jonesa do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profili lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z klapą szczelinową • Płat o skończonym wydłużeniu : pomiar wagowy siły nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termoanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej	
Badania silników lotniczych	K_W08, K_U04, K_K01
• Badania wizualne. • Badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Badania wizualne. badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. • Badania ultradźwiękowe. • Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne	
BHP i ergonomia	K_W14, K_U10
• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Budowa i projektowanie obiektów latających	K_W11, K_W12, K_U01, K_K04
• Ogólne wprowadzenie do zagadnień Lotnictwa, uwarunkowania fizyczne, techniczne, ekonomiczne i prawne • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu, • Zespoły napędowe • Podstawowe osiągi w locie • organizacja procesu projektowania, uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne projektu • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie). • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny, badania samolotu (stoiskowe i w locie. • Postać samolotu, warunki techniczno-ekonomiczne. Model masowy samolotu: nomenklatura i zasady szacowania masy. • Ogólne informacje o przepisach budowy samolotów i instytucjach nadzoru lotniczego, Normowanie obciążeń samolotu: zasady ogólne wyznaczania obciążeń i podstawowe typy obciążeń w locie i na ziemi • Przegląd układów konstrukcyjnych samolotów i typów struktur nośnych (kratownicowych, półskorupowych i skorupowych) • Schematy konstrukcyjne: płatów, kadłubów, usterzeń, podwozi i płatowcowych elementów zespołów napędowych. • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne.	
Dynamika gazów	
• Pojecie ściśliwości. Równanie stanu gazu doskonalego.Przemiana adiabatyczna. Przemiana izentropowa. Rozchodzenie się drobnych zaburzeń. Prędkość dźwięku.Liczba Macha. Klasyfikacja przepływów. Ocena wpływu pominięcia ściśliwości na dokładność obliczeń ciśnienia dynamicznego i prędkości przepływu. Równanie zachowania energii. Parametry spiętrzenia, Parametry krytyczne. • Wypływ adiabatyczny gazu ze zbiornika. Równanie bilansu energii. Równanie Bernoulliego dla gazów idealnych i przemian adiabatycznych wzdłuż strumienia. Prędkość wypływu - wzor St. Venanta-Wantzela. Wydatek. Przykłady zastosowania. • Jednowymiarowy ustalony przepływ ściśliwy. Przepływ gazu przez kanały. Przepływ gazu ściśliwego przez kanał o zmiennym przekroju. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżnego. Charakterystyka przelotowości kanału zbieżno-rozbieżnego. Dysza de Lavala. Możliwe przypadki przepływu przez dysze de Lavala. Przepływ przez kanał o stałym przekroju. Zależności parametrów termodynamicznych od liczby Macha. • Fale uderzeniowe: prostopadła fala uderzeniowa, skośna fala uderzeniowa, fala rozrzedzeniowa. Biegunowa fali w płaszczyznie hodografu prędkości. Słaba i silna skośna fala uderzeniowa. Odsunięta fala uderzeniowa. Przepływ wokół zaokrąglonego naroża. Dwa przypadki opływu: naroże wklęsłe, naroże • Przepływ adiabatyczny z uwzględnieniem tarcia. Linia Fanno. Przepływ z bez tarcia i z wymianą ciepła.Linia Rayleigha • Równania ruchu nielepkiego płynu ściśliwego. Porównanie równań ruchu płynu ściśliwego i nieściśliwego w ruchu ustalonym. Wprowadzenie do nowoczesnych metod badawczych/obliczeniowych w dynamice gazów	
Egzamin inżynierski	K_W12, K_U08, K_K03
• Egzamin pisemny	
Ekonomia	K_W14, K_W15, K_U01, K_U11, K_K05
• Wprowadzenie do ekonomii (zarys myśli ekonomicznej, podstawowe pojęcia, zasady i założenia analizy mikroekonomicznej, miejsce ekonomii w systemie nauk społecznych i związki z innymi dyscyplinami nauki). Wprowadzenie do mikroekonomii. • Model gospodarki rynkowej (instytucje, produktywność, sprawność, podmioty, zasoby i strumienie w systemie gospodarczym; rynek - klasyfikacje i zasady funkcjonowania). • Popyt (prawo popytu, wyjątki, determinanty, elastyczność popytu), podaż (prawo podaży, wyjątki, determinanty, elastyczność podaży), równowaga rynkowa w krótkim, średnim i długim okresie, wpływ cen regulowanych na rynek, model pajęczyny. • Teoria wyboru konsumenta (funkcjonowanie gospodarstw domowych, użyteczność, I i II prawo Gossena, renta konsumenta Marshalla, równowaga konsumenta). • Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa (wprowadzenie do teorii przedsiębiorstwa, podstawowe definicje, klasyfikacje i procesy). • Funkcja produkcji w krótkim i długim okresie, efekty skali, wybór optymalnej technologii. • Instrumenty zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie, funkcja kosztów w długim i krótkim okresie, zagadnienie kosztów a płynność finansowa. • Konkurencja doskonała a konkurencja monopolistyczna. • Konkurencja ograniczona - monopol i oligopol. • Wprowadzenie do makroekonomii, podstawowe zjawiska i problemy makroekonomiczne. • Rozwój systemów gospodarczych, wzrost gospodarczy - pomiar i uwarunkowania produktu i dochodu narodowego oraz jego determinanty, koniunktura gospodarcza (cykle) oraz rola inwestycji w gospodarce, analiza sytuacji w Europie i na świecie. • Znaczenie sektora finansów publicznych, organizacja SFP (podsektory), wpływ polityki fiskalnej na dochód narodowy, rola państwa w gospodarce, budżet jako narzędzie oddziaływania na gospodarkę, zagadnienie deficytu budżetowego i długu publicznego, wpływ pomocy publicznej (w tym ze środków UE) na rozwój podmiotów gospodarki narodowej, analiza sytuacji w Europie. • Rozwój systemu pieniężnego, rola pieniądza w gospodarce, pieniądz sensu stricte i sensu largo, popyt na pieniądz, podaż pieniądza i mechanizmy jego kreacji, ilościowa teoria pieniądza, agregaty pieniądza. • System bankowy państwa, rola banku centralnego i polityki monetarnej, narzędzia polityki monetarnej, rynek międzybankowy oraz działalność banków komercyjnych. • Zjawisko inflacji oraz jej skutki społeczne i ekonomiczne, popytowe i podażowe przyczyny inflacji, pomiar zjawisk inflacyjnych - wskaźniki inflacji, analiza sytuacji w Europie, polityka antyinflacyjna. • Rynek pracy, polityka zatrudnienia, znaczenie kompetencji oraz procesów demograficznych, elastyczność rynku	

pracy, bezrobocie jako problem ekonomiczno-społeczny. • Międzynarodowe relacje gospodarcze, rynek walutowy, bilans płatniczy, jednolity rynek Unii Europejskiej i jego znaczenie dla rozwoju państw członkowskich, w tym rozwijających się. Rola Unii Europejskiej w gospodarce globalnej.

Eksploatacja statków latających	K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K02, K_K05

• Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej • Terminologia z zakresu eksploatacji • Problemy eksploatacyjne techniki lotniczej • Ocena właściwości eksploatacyjnej pojedynczego elementu • Analiza właściwości eksploatacyjnych złożonych systemów technicznych • Organizacja systemu transportowego • Systemy bezpieczeństwa lotów • Badania eksploatacyjne statków powietrznych • Organizacja procesu obsługi naziemnej statku powietrznego • Procedury przygotowania do lotu statku powietrznego • Procedury przeglądu statku powietrznego po locie

Fizyka 1	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04

• Elementy mechaniki klasycznej:Zasady dynamiki Newtona. Zasady zachowania: energii, pędu, momentu pędu. Mechanika brył sztywnych. • Elementy szczególnej teorii względności: zasada względności, koncepcja czasu i przestrzeni, czasoprzestrzeń, geometria czasoprzestrzeni. Transformacje Lorentza. Kinematyka i dynamika relatywistyczna. • Pole elektromagnetyczne. Oddziaływanie ładunków w ruchu. Fale elektromagnetyczne. • Optyka geometryczna i falowa. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. • Elementy wibroakustyki. Drgania harmoniczne proste, tłumione i wymuszone. Pełny zakres częstotliwości fal sprężystych; infradźwięki, dźwięki, ultradźwięki, hiperdźwięki. Właściwości fizyczne ultradźwięków, zastosowania w technice. Obszar słyszalności, poziom ciśnienia akustycznego. Hałas. Ochrona środowiska . • Elementy optyki. Optyka geometryczna, optyka falowa. Zastosowania w technice. • Przenikanie się i wzajemna stymulacja fizyki i techniki.

Fizyka 2	K_W02, K_U08

• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Regula faz Gibbsa, wyznaczanie ilości stopni swobody • Wykresy fazowe stopów dwuskładnikowych z przemianą eutektyczną i perytektyczną • Wykresy fazowe stopów trójskładnikowych. • Nadprzewodnictwo • Zajęcia organizacyjne • przepływ ciepła w metalach i stopach - pomiar przewodnictwa cieplnego • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe w metalach i stopach • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Widma atomowe • Zajęcia zaliczeniowe

Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1	K_W05, K_U12, K_K04

• Przedmiot, cel i zakres geometrii wykreślnej. Elementy podstawowe w geometrii wykreślnej i podstawowe pojęcia. Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przybależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur z płaszczyzny rzutującej. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w ośmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Punkt przebicia wielościanu prostą. Przenikanie wielościanów. • Powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. • Widoki, przekroje i kłady przedmiotów. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Rysunki wykonawcze części maszyn. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Praca kontrolna: pismo techniczne. • Sprawdzian: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. • Sprawdzian: rzuty prostokątne. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna: przenikanie brył. • Sprawdzian: przekroje proste. Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Uzupełnienie dokumentacji studenta.

Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2	K_W05, K_U12, K_K01

• Zastosowanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Przypomienie wiadomości o tolerancjach geometrycznych, pasowaniach i chropowatości powierzchni. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elekronicznе, cieplne, chemiczne. Rysunki złozeniowe • Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Przekroje złożone: na podstawie rysunku asonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych wraz z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: tuleja, wał, koło zębate, pokrywa, wspornik. • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: dźwignia, szczęka, koło pasowe, korpus. Praca domowa: Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji.

Historia techniki lotniczej	K_W12

• Epoka pierwszych wzlotów balonowych. Pionierzy aerostatów. Bracia Montgolfier, Alberto Santos-Dumont. Początki techniki sterowców. Wykorzystanie wczesnych silników spalinowych do napędu aerostatów. • Rozwój techniki sterowcowej. Sterowce szkieletowe hrabiego Zeppelina - struktura sterowców. Wykorzystanie duraluminium w konstrukcjach sterowców • Właściwości profilu aerodynamicznego, zasada działania skrzydła, podstawowe wielkości aerodynamiczne, lot ślizgowy. Biegunowa profilu, skrzydła, samolotu. Projekty statków powietrznych epoki wczesnopionierskiej. • Pierwsze loty ślizgowe. Szybowce Otto Lilienthalla. Pierwsze loty silnikowe: samoloty braci Wright • Zasady silnikowego lotu horyzontalnego. Stateczność statyczna, zapas stateczności. Samoloty epoki pionierskiej. Alberto Santos-Dumont, Henry Farman, Louis Bleriot. Pierwsze przeloty rekordowe • Zasada działania sterów i lotek. Urządzenia zmieniające właściwości aerodynamiczne skrzydła. Polskie konstrukcje lotnicze ery pionierskiej • Lotnictwo wojskowe I Wojny Światowej. Rozwój konstrukcji lotniczych - pierwsze struktury półskorupowe i skorupowe. Lotnice silniki spalinowe okresu I WS. Sylwetki lotników: Manfred von Richthoffen, Albert Ball, Rene Fonck, Ostwald Boelcke, Charles Nungesser • Rozwój lotnictwa komunikacyjnego okresu międzywojennego. Wielkie przeloty rekordowe. Wyścig Londyn-Melbourne. • Podstawowe zagadnienia wytrzymałości konstrukcji. Rodzaje struktur lotniczych i sposoby przenoszenia obciążeń Początki wielkich koncernów lotniczych: Boeing, Douglas. Pierwsze konstrukcje lotnicze o cienkościennych pokryciach pracujących • Konstrukcje lotnicze II Wojny Światowej. Pierwsze napędy odrzutowe. Polskie konstrukcje lotnicze wykorzystane w wojnie obronnej. Rozwój silników spalinowych: sławne konstrukcje (Junkers, BMW, Rolls-Royce, Alisson, Wright) Sylwetki sławnych lotników • Projekty lotnicze końcowego etapu wojny i ich wykorzystanie w okresie powojennym. Rozwój napędów odrzutowych, samoloty użyte podczas konfliktu w Korei. Rozwój samolotów komunikacyjnych okresu powojennego. Pierwsze konstrukcje pasażerskie z napędem odrzutowym. • Początki zastosowania kompozytów w lotnictwie. Konstrukcje militarne do zadań specjalnych: samoloty U-2 i Lockheed Blackbird. Przegląd wojskowych konstrukcji powojennych, do czasów współczesnych • Początki techniki rakietowej. Zasady lotu orbitalnego, prędkości kosmiczne. Zarys historii lotów kosmicznych • Zajęcia seminaryjne - referaty na tematy uzgodnione z prowadzącym, z zakresu historii lotnictwa i techniki lotniczej

Informatyka	K_W03, K_U02, K_U06, K_U17, K_K01, K_K04

• Przypomnienie wiadomości z Technologii informacyjnej. Programowanie proceduralne w języku C++. Przekazywanie tablic (jedno- i dwuwymiarowych) do funkcji. Funkcje rekurencyjne. Funkcje biblioteczne. • Szablony funkcji. Struktury. Definicja typów strukturowych. Tworzenie zmiennych strukturowych. Odwołanie do składników struktur. Unie. • Pliki tekstowe i nietekstowe (binarne). Zmienne plikowe - strumienie. Operacje na plikach: tryb tekstowy i nietekstowy, otwieranie i zamykanie plików, zmiana wskaźnika danych pliku, odczyt i zapis ciągów znaków i bloków bajtów. Wykorzystanie funkcji biblioteki fstream. • Podstawy programowania zorientowanego obiektowo. Definicja typów (klas) obiektowych. Enkapsulacja: specyfikacja dostępu do składników. Tworzenie zmiennych obiektowych. Odwołanie do składników (danych i metod) obiektów. • Programowanie zorientowane obiektowo. Dziedziczenie. Polimorfizm, funkcje wirtualne. • Kolokwium zaliczeniowe wykładu. • Zasady tworzenia programów w środowisku C++. Pierwsze programy: instrukcja przypisania, operatory arytmetyczne, relacyjne i logiczne, wprowadzanie i wyprowadzanie danych, formatowanie operacji we/wy. Programy wykorzystujące instrukcje warunkowe: if, switch. • Instrukcje iteracyjne for, while, do-while. Rejestracja danych w pętli, wyznaczanie wartości ekstremalnych, obliczanie parametrów statystycznych zarejestrowanych danych. Obliczanie n! przy pomocy wybranej (przez menu z instrukcją switch) instrukcji iteracyjnej, szukanie NWP dwóch liczb całkowitych. Tablicowanie wybranej funkcji jednej zmiennej. Wyznaczanie miejsca zerowego funkcji jednej zmiennej przy pomocy metody bisekcji. • Tablice jednowymiarowe (wektory). Szukanie wartości ekstremalnych, wyznaczanie parametrów statystycznych, obliczanie iloczynu skalarnego wektorów. Generowanie nowego wektora na bazie zadanych (dwóch) wektorów. Zamiana miejscami wybranych elementów w wektorze (np. zamiana parami, odwracanie kolejności). • Tablice dwuwymiarowe (macierze). Iloczyn skalarny wiersza i kolumny macierzy zgodnych, mnożenie macierzy. Sumowanie wybranych elementów (wierszy, kolumn, obszarów) macierzy. Wyznaczanie wektora z elementów odpowiednich wierszy (kolumn) macierzy. • Kolokwium I. • Programowanie proceduralne - podprogramy. Funkcja wykorzystująca wszystkie sposoby przekazywania parametrów (przez wartość, wskaźnik, referencję) i zwracająca kod błędu. Funkcje wywoływane w pętli. • Funkcje operujące na tablicach jedno- i dwuwymiarowych. Funkcja do sortowania wektora. Funkcja do wyszukiwania binarnego zadanej wartości w posortowanym wektorze. Wykorzystanie funkcji do operacji na wektorach w postaci wierszy macierzy. Struktury: liczby zespolone, tablice których elementami są struktury. • Odczyt i zapis danych w plikach tekstowych i nietekstowych (wyznaczanie parametrów statystycznych danych liczbowych zapisanych w pliku, wyszukiwanie danych według zadanego kryterium). Projekt systemu zarządzania bazą danych (np. osobowych) zapisanych w pliku. • Kolokwium II. • Programowanie zorientowane obiektowo.

Język angielski (A)	K_U05

• Opowiadanie o sobie, rodzinie, domu, upodobaniach. Zadawanie różnego rodzaju pytań. • Rozmowa na temat ważnych miejsc i dat. Pisanie e-maila formalnego i nieformalnego. • Wypowiadanie się na temat różnic między kobietami i mężczyznami oraz stereotypów. Wyrażanie opinii. • Opisywanie ludzi. Powtórzenie czasów gramatycznych (Present Simple i Continuous, Past Simple i Continuous) Opisywanie funkcji i zastosowań rozwiązań technicznych. (str. 6-9) • Rozmowy i wywiady. Opisywanie zdjęć. • Udzielanie rad dotyczących udziału w rozmowie o pracę. Mówienie o sobie samym • Wypowiadanie się na temat filmu. Wyrażanie opinii na temat filmów. • Pytanie o doświadczenia i opisywanie doświadczeń. Czasy gramatyczne Present Perfect i Past Simple. Inżynieria materiałowa. Opisywanie i kategoryzacja materiałów (str. 14-17) • Mówienie o mediach. Wyrażanie opinii na temat teorii spiskowych. Dobieranie nagłówków prasowych do wyjaśnień. • Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości. Pisanie artykułu z opisem wydarzenia. • Wypowiadanie się na temat kłamstw i kłamania. Używanie czasowników 'say' and 'tell'. • Słuchanie anegdot. Opowiadanie anegdot i historii z przeszłości. • Wyrażenia używane do opisywania dobrych i złych doświadczeń. Mówienie o pamiętnych momentach. Pisanie o najszczęśliwszych momentach. Praca z rysunkiem technicznym. Omawianie wymiarów i dokładności (str. 30-33) • Mówienie o problemach nastolatków i ich rodziców. Wyrażanie opinii na podstawie przeczytanego tekstu. • Wyrażanie przyszłości: czasy Present Continuous, going to, might. Pisanie wiadomości i robienie notatek. • Wyrażanie przyszłości (przypuszczenia): will, might, may, going to, likely to. Określenia czasu przyszłego, wyrażenia idiomatyczne. • Słuchanie o przewidywaniach na temat przyszłości komunikacji. Mówienie o tym, jak rzeczy zmienią się w przyszłości. Opisywanie różnych rodzajów problemów technicznych. Ocena i interpretacja awarii. (str. 38-41) • Czytanie opowiadania o nieporozumieniach. Radzenie sobie z nieporozumieniami. Rodzaje nieporozumień. Wyrażenia służące poproszeniu o parafrazowanie wypowiedzi. • Słuchanie rozmowy telefonicznej zawierającej nieporozumienie. Parafraza i relacjonowanie opowieści o nieporozumieniach. Odgrywanie sytuacji rozwiązywania nieporozumień. • Czytanie tekstu o milionerach. Czasowniki modalne: must, have to, should. • Dyskusja na temat cech potrzebnych do wykonywania danych zawodów. Odpowiadanie na pytania w ankiecie i omawianie wyników. • Czytanie o marzeniach z dzieciństwa. Czytanie ogłoszeń o pracę. Used to i would. Opisywanie przyczyn awarii. Omawianie napraw i przeglądów okresowych urządzeń. (str. 42-45) • Słuchanie wypowiedzi na temat niepowodzeń w wykonywanych zawodach. Mówienie o zwyczajach w przeszłości. Pisanie listu motywacyjnego. • Dochodzenie do porozumienia. Kolokacje z zakresu języka biznesowego. Wyrażanie opinii.

Omawianie wymogów technicznych. Sugerowanie pomysłów i rozwiązań. (str. 46-49) • Słuchanie nagrania spotkania na którym podejmowane są decyzje. Kierowanie dyskusją. Uczestnictwo w spotkaniu i tworzenie biznesplanu. • Rozmowy w miejscu pracy; wyrażenia używane do opisywania czynności rutynowych. Opisywanie typowego dnia. • Czytanie artykułu na temat wpływu technologii na zmiany w świecie. Stopień wyższy i najwyższy przymiotnika. Słownictwo z zakresu technologii. • Mówienie o tym jak technologia zmieniła świat. Mówienie o różnych środkach transportu. Pisanie rozprawki. • Pytania rozłączne. Słowa używane w pytaniach. Słowotwórstwo: przymiotniki. • Słuchanie ludzi odpowiadających z zakresu wiedzy ogólnej. Test wiedzy ogólnej. Odpowiadanie na pytanie z zakresu specjalizacji studenta. • Uprzejme prośby. Problemy i ich rozwiązywanie. • Słuchanie rozmów na temat problemów technicznych. Odpowiadanie na prośby. Odgrywanie próśb i reakcji na nie. • Czytanie tekstu o podstawowych emocjach. Tryby warunkowe. Przymiotniki zakończone na -ing oraz -ed. Czasowniki złożone. • Słuchanie programu radiowego o terapiach. Mówienie o emocjach. Dyskusja na temat porad dla ludzi w różnych sytuacjach. • Drugi tryb warunkowy. Kolokacje czasowników z rzeczownikami. • Dyskusja na temat zachowania w różnych hipotetycznych sytuacjach. Pisanie listu z poradami. • Przekazywanie dobrych i złych wiadomości. Relacjonowanie wydarzeń na żywo. • Słuchanie rozmów podczas których ludzie otrzymują wiadomości. Przekazywanie i otrzymywanie wiadomości. Odgrywanie sytuacji przekazywania wiadomości. • Wyrażenia do opisywania dobrych i złych doświadczeń. Mówienie o pamiętnych momentach. Pisanie - najszczęśliwsze momenty w życiu. • Czytanie krótkiego wstępu do The Secret of Success. Porównaie czasów Present perfect simple i continuous. • Czasowniki modalne do wyrażania umiejętności. Czytanie tekstu biograficznego o człowieku z bardzo dobrą pamięcią. • Słuchanie rozmowy na temat pamięci. Mówienie o umiejętnościach. Pisanie streszczenia. • Doprecyzowanie opinii. Czytanie tekstu o kwalifikacjach. • Słuchanie dyskusji na temat inteligencji. Odnoszenie się do wcześniejszych wypowiedzi. Wybieranie odpowiedniego kandydata na stanowisko. Wyrażanie opinii i podawanie przykładów. • Czytanie bloga o sąsiadach. Przedimki. Określenia ilościowe. • Opisywanie sąsiedztwa i dyskutowanie w jaki sposób można by je ulepszyć. • Zdania zależne. Słownictwo związane z internetem. Czytanie recenzji strony internetowej. • Słuchanie opisów społeczności internetowych. Porównywanie czynności rzeczywistych i wirtualnych. Pisanie recenzji strony internetowej. • Witanie gości. Czytanie tekstu o tym jak być dobrym gościem. • Słuchanie ludzi opisujących doświadczenia z gośćmi/gospodarzami. Przyjmowanie przeprosin. Dyskutowanie trudnych sytuacji towarzyskich. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.

Język angielski (B)	K_U05

• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słowotwórstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. Opisywanie funkcji i zastosowań rozwiązań technicznych. (str. 6-9) • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażące opinię. Czytanie i mówienie. Inżynieria materiałowa. Opisywanie i kategoryzacja materiałów (str. 14-17) • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. Praca z rysunkiem technicznym. Omawianie wymiarów i dokładności (str. 30-33) • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne. • Quizy i konkursy Opisywanie reguł, zasad działania Uzyskiwanie informacji Czasowniki • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdoty. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. Opisywanie różnych rodzajów problemów technicznych. Ocena i interpretacja awarii. (str. 38-41) • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. Opisywanie przyczyn awarii. Omawianie napraw i przeglądów okresowych urządzeń. (str. 42-45) • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. Omawianie wymogów technicznych. Sugerowanie pomysłów i rozwiązań. (str. 46-49) • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słowotwórstwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne. • Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Grmatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji. • Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału". • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przestępstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyimkami. Przestępstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przestępstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.

Jezyk francuski (A)	K_U05

• Zaimki pytające (inwersja prosta i złożona). • Wycieczka po Paryżu- redagowanie krótkich tekstów reklamowych. • Relacjonowanie wydarzeń z użyciem czasu le passé composé. • Zwroty i wyrażenia dotyczące opisu przeszłości. • Porównanie systemów edukacji w Polsce i we Francji; komentowanie danych liczbowych. • Prezentacja uczelni i kierunku studiów. • Czasy l'imparfait i le passé composé w opowiadaniu o minionych wakacjach. • Zaimki dopełnienia bliższego w różnych czasach i trybach. • Zaimki dopełnienia dalszego w różnych czasach i trybach. • Porównanie zalet i wad życia na wsi i w mieście; stopniowanie przymiotników. • Analiza ogłoszeń nieruchomości; tryb le conditionnel présent. • Zaimki dzierżawcze przymiotne i rzeczowne. • Formułowanie hipotez i opinii; formy bezosobowe czasowników. • Opis przedmiotu i rzeczy; miejsce przymiotnika w zdaniu. • Zaimki względne proste. • Słownictwo związane z zakupami, negocjowanie ceny. • Prace domowe, podział obowiązków w rodzinie. • Ulubiona potrawa- przygotowanie sondażu, komentowanie pisemne wyników sondażu. • Sposoby ubierania się w różnych sytuacjach, uroczystości rodzinne. • Zaimek względny dont. • Wyrażanie opinii własnej. • Środki transportu- porównania. • Biografia znanej osoby; czas le plus-que –parfait. • Rola mody w życiu- prezentacja opinii. • Zaimki dopełnienia bliższego i dalszego COD/COI w czasie przeszłym. • Uzgadnianie form imiesłowu czasu przeszłego z podmiotem i dopełnieniem bliższym. • Mowa zależna- zdania oznajmujące. • Wypadek samochodowy- wyrażanie przyczyny. • Relacje sąsiedzkie- opis osób. • Hipotezy na temat poszczególnych postaci z tekstu. • Wyrażanie własnej opinii na temat wspólnego mieszkania z innymi osobami. • Tryb „gérondif" jako wyrażenie równoczesności, sposobu, przyczyny. • Rozrywka i spędzanie czasu wolnego. • Pytania w mowie zależnej. • Zaimki względne złożone. • Prezentacja wybranego regionu Francji. • Strona czynna i bierna czasownika. • Recenzja z filmu. • Artykuł prasowy- użycie strony biernej. • Ogłoszenie o pracę, CV, list motywacyjny- analiza dokumentów. • Zwroty i wyrażenia w korespondencji administracyjnej- pisanie listu motywacyjnego. • Rozmowa kwalifikacyjna. • Praca studentów, nawiązywanie kontaktów zawodowych. • Tryb „subjonctif"- wprowadzenie. • Opowiadanie doświadczeń zawodowych. • Internet jako najpopularniejsze medium. • Czasy przyszłe: le futur proche/ le futur simple; zdanie warunkowe „si+présent+futur simple" • Plany na przyszłość. • Zdanie warunkowe « si+ imparfait+conditionnel présent » • Wyrażanie życzeń. • Przysłówki- tworzenie, miejsce w zdaniu. • List prywatny, odpowiedź na list prywatny.

Język francuski (B)	K_U05

• Opowiadanie i relacjonowanie wydarzeń w czasie przeszłym. • Paryż jako stolica mody. • Miejsce zaimków COD/COI w różnych czasach. • Zawody zanikające i nowoczesne. • Prezentacja znanego projektanta mody. • Zaimki rzeczowne wskazujące i dzierżawcze. • Zaimki względne proste i złożone. • Strój ponadczasowy- jeans. • Skargi i rozwiązania problemów, udzielanie rad. • Wyrażanie przyczyny i skutku. • Tryb „subjonctif" w wyrażaniu celu. • Zasady ruchu drogowego- nakazy i zakazy. • Pytania w mowie zależnej. • Wybór zawodu, uzasadnienie wyboru. • Wyrażanie przyczyny. • Mieszkanie w kraju i za granica, argumentacja. • Symbole narodowe Polski i Francji. • „Le passé simple- czas literacki". • Porównania- różne style mieszkań, stopień wyższy przymiotników nieregularnych. • Rynek nieruchomości we Francji i w Polsce. • Wyrażanie przyzwolenia. • Emigracja i mobilność, wyrażanie opinii. • „Le savoir-vivre" zasady dobrego wychowania. • Wypada/ nie wypada podobieństwa i różnice w obyczajach polskich i francuskich. • Przeczenie- podsumowanie. • Wyrażanie zakazu. • Wyrażanie hipotezy. • Strona bierna w artykule prasowym. • Zmiany klimatyczne- słownictwo związane z ekologią. • Nasze zachowania ekologiczne. • Plany na przyszłość, wyrażenia czasowe. • Emeryci kiedyś i dziś; zmiany w zachowaniu i postrzeganiu seniorów. • Tworzenie przedsiębiorstwa- wizja rozwoju. • Wynalazki, które zrewolucjonizowały nasze życie. • Wyrażanie hipotezy i warunku. • Rozwiązania ekologiczne w skali miasta, regionu, kraju. • Przyjaciel idealny; stopień najwyższy przymiotnika. • Współcześni idole. • Prezentacja ulubionej postaci. • Pasje w naszym życiu. • Zgodność czasów w opowiadaniu. • Globalizacja, skutki pozytywne i negatywne. • Konstrukcje czasownikowe z bezokolicznikiem. • Wyrażanie sprzeciwu wobec propozycji. • Sztuka argumentacji w wystąpieniu. • Telefon komórkowy piekło czy raj? • Gdzie kończy się Europa?- informacje o Unii Europejskiej. • Czasowniki przydatne w argumentacji. • Spójność argumentacji- łączniki logiczne. • Transformacje zdań- wyrażanie związków logicznych. • Szkolnictwo wyższe- fakty i oczekiwania. • Prezentacja wybranego przedsiębiorstwa.

Język niemiecki (A)	K_U05

• Przyjaźń, spotkania, relacje międzyludzkie, pokrewieństwa. Deklinacja typu „n". • Opis osób, przedstawianie , charakterystyka typów zachowań, cechy charakteru. • Prezentacja sylwetki wybranej osoby. Rzeczowniki odprzymiotnikowe. • Magazyn czytelnika – spotkania klasowe po latach i znajdowanie kolegów przez internet, praca z tekstem. • Zawód i praca, miejsce pracy, przedstawienie wad i zalet. • Opis wydarzeń z przeszłości. Czas przeszły Präteritum czasowników regularnych, nieregularnych i mieszanych. • Sprawozdanie z odbytej praktyki, opinia o pracowniku. • Warunki i formy pracy, wymagania, kompetencje. • Praca z filmem – zawody, wykonywane czynności, warunki pracy. • Prezentacja własnych planów i zamiarów zawodowych. • Sytuacja mieszkaniowa, wywiad z pośrednikiem handlu nieruchomościami. Zaimek względny i zdanie względne • Analiza ofert i ogłoszeń, objaśnienie skrótów. Okoliczniki czasu. • Mieszkanie w Niemczech: teksty informacyjne, statystyki, wykresy. • Obsługa klienta, rozmowy telefoniczne. Wzorce reakcji językowych w poszczególnych sytuacjach. • Reklamacja ustna i pisemna. Zdania z „obwohl" i „trotzdem". • Schemat pisma formalnego, zestaw stosowanych zwrotów. • Zaproszenie na firmowe spotkanie promocyjne – praca z tekstem. • .Komputeryzacja życia codziennego, funkcje urządzeń pełnione obecnie i w przyszłości. • Wizje postępu technicznego w przyszłości. Czas przyszły Futur I. • Zastosowanie urządzeń elektronicznych w życiu prywatnym i zawodowym – prezentacja. • Praca z filmem – historia i rozwój przedsiębiorstwa, właściwości produktów i ich dystrybucja. • Zaproszenia prywatne i oficjalne. Spójnik warunkowy „falls". • Spotkanie biznesowe, reguły zachowań przy posiłkach i w sytuacjach towarzysko-służbowych. • Plany wakacyjne, wyrażanie życzeń, marzeń i zamiarów. Czasownik „sollen". • Media, rynek prasowy w Niemczech. • Charakterystyka wybranego czasopisma – prezentacja. • .Zakupy, wybór produktów, reakcja na sugestie i propozycje. Konstrukcje zdaniowe z „zu" przed bezokolicznikiem. • Prowadzenie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów. • Doradztwo w sprawach wyProwadzenie rozmów klient-doradca, użycie typowych zwrotów.boru zawodu, założenia firmy i pozyskiwania klientów. • Wybór zawodu, określanie własnych zdolności i umiejętności. Zdania przyczynowe. • Test wyboru zawodu i kompetencji socjalnych. Profile zatrudnienia. Zdania czasowe ze spójnikiem „bevor" i „während" • Opis osobowości i uzdolnień, wyrażanie opinii i przedstawianie wyników testu. • Miniprojekt - zawód a predyspozycje, słabe i mocne strony kandydata, rozmowa u doradcy. • Praca z filmem – historia i rozwój wydawnictwa Hueber, przedsiębiorstwo rodzinne i jego produkty. • Warunki pracy, koncepcja przedsiębiorstwa przyjaznego pracownikowi. Deklinacja i stopniowanie przymiotnika. • Unia Europejska, możliwości pracy w państwach unijnych, historia, rynek wewnętrzny i główne instytucje. • Zakaz palenia w miejscu pracy – formułowanie argumentów pro i kontra, wyrażanie opinii. Tryb rozkazujący. • IStruktura prezentacji, wzór, typowe zwroty. • Czynniki warunkujące dobre zatrudnienie, atrakcyjność przedsiębiorstwa. • Niewykorzystane szanse i możliwości. Zdania nierzeczywiste w przeszłości. • Relacje z doznanych niepowodzeń - audycja radiowa. Tryb przypuszczający KonjunktivII. • Telefon zaufania, rozmowy o zaistniałych sytuacjach. Struktury „wäre / hätte" + Partizip II. • Opis kontrowersyjnych wydarzeń, dyskusja i komentarz. • Wyrażanie rozczarowania i reakcja na nie – pisanie maila, praca z tekstem na blogu. • Sytuacje codzienne wywołujące uczucie szczęścia. Czas zaprzeszły Plusquamperfekt. • Wyrażanie emocji – środki językowe. • Podsumowanie minionego roku i pomyślnych wydarzeń. Zdania czasowe z „nachdem". • Praca z filmem – „ Nasz kawałek szczęścia " Historia rodziny, ważne dziedziny życia, przeżywanie powodzenia i satysfakcji. • .Imprezy, uroczystości, wydarzenia w miejscu pracy. • Początki pracy zawodowej. Speed-Dating, oczekiwania pracodawców. • Zestawienie świąt i wydarzeń. Zaproszenia pisemne na różne okazje. • Schemat maila i listu okolicznościowego, części składowe. Pisanie zaproszeń.

Język niemiecki (B)	K_U05

• Nowoczesne media komunikacyjne. Nawiązywanie kontaktów - Speed-Dating. • Określanie własnych umiejętności językowych - praca z filmem. Deklinacja przymiotnika po rodzajniku określonym, nieokreślonym i bez rodzajnika. • Kompetencje medialne, umiejętność twórczego wykorzystania internetowych zasobów w uczeniu się języka obcego, nawigowanie w sieci. Przysłówki czasu. • Biznesowe spotkania w nowym gronie, formy powitania, przedstawiania siebie i innych. • Strategie uczenia się języka obcego zawodowego. • Spotkania prywatne i służbowe. Partykuły modalne. • Planowanie i organizacja uroczystości. • Zaproszenia ustne i pisemne, uzgadnianie terminu spotkania. Rekcja czasowników. Przysłówki zaimkowe w pytaniach i odpowiedziach. • Praca z filmem - „Oktoberfest". • Planowanie i przygotowanie prezentacji. • Posiłek

biznesowy, quiz ze znajomości etykiety. • Prezentacja, cechy dobrej prezentacji. • Przygotowanie prezentacji produktu. • Planowanie urlopu, oferty biur podróży. Przypuszczenia - czasownik „werden + wohl" + bezokolicznik • Zakwaterowanie, noclegi - ocena hotelu, opinie na stronie internetowej. Zdania względne, zaimki względne. • Komunikacja miejska w krajach niemieckojęzycznych. • Podróże i pojazdy przyszłości. Czas przyszły „Futur I". • Praca z filmem - podróże marzeń. • Organizacja konferencji, wybór hotelu, korespondencja służbowa. • Rynek mieszkaniowy, różne formy zamieszkiwania. Rzeczowniki złożone. • Wspólnota mieszkaniowa, akademik. Poszukiwanie mieszkania, ogłoszenia. Przyimki określenia czasu. • Pokój studencki, wyposażenie, opis funkcji poszczególnych mebli i przedmiotów. • Zamiana mieszkań na okres wakacji. Szyk wyrazów w zdaniu głównym. • Dom wielopokoleniowy. • Biuro, wyposażenie, przyjazny klimat. • Wspólnota mieszkaniowa ludzi biznesu, wady i zalety. • .Prezentowanie wykonywanego zawodu - praca z filmem. • Idealne miejsce pracy. Tryb przypuszczający. • Ogłoszenia o pracę, życiorys. • Różne metody poszukiwania pracy- Speed- Dating. Rady i wskazówki dla ubiegających się o pracę. Zdania z „damit" i „um...zu". • Podanie o pracę, udzielanie informacji na temat swojego wykształcenia i doświadczenia zawodowego. • Small-talk , wyrażanie opinii na temat wykonywanego zawodu - wady, zalety. • Sławni kompozytorzy i muzycy, notatka biograficzna. Przeczenia. • Style w muzyce, instrumenty muzyczne, zespoły muzyczne. • Festiwale i koncerty muzyczne w krajach niemieckojęzycznych, kalendarz imprez muzycznych. • Planowanie wspólnego wieczoru, zaproszenie na koncert, pisanie prywatnego maila. • Zespół „Rammstein" - prezentacja zespołu. Uzasadnianie wyboru. Zdania z „denn", „weil", „nämlich", „deshalb". • Niemiecka muzyka rockowa - praca z filmem. • Przygotowanie prezentacji na temat niemieckiej muzyki rockowej. • Gry planszowe, teleturnieje. Reguły ulubionych gier. Strona bierna. • Handel elektroniczny, sklep internetowy • Psychologia sprzedaży, interpretowanie zachowań odbiorcy działań marketingowych. Strona bierna z czasownikami modalnymi. • Przyzwyczajenia konsumentów podczas robienia zakupów, identyfikacja różnic w zachowaniu konsumentów. • Dyskusja na temat zakupów online - pozytywy, negatywy. • Zawartość portfela, konto bankowe, karty kredytowe. • Zdobywanie nowych umiejętności, podnoszenie kwalifikacji, oferty kursów, certyfikaty. Dopełniacz rzeczownika. • Zaawansowane techniki wyszukiwania informacji, systemy kształcenia na odległość, platformy edukacyjne. • Wyposażenie nowoczesnego laboratorium językowego. Przyimki określenia miejsca. • System kształcenia w Niemczech - forum dyskusyjne. • Zawody techniczne, obsługa i opis sprzętu technicznego, instrukcje obsługi. Przyimki z celownikiem i biernikiem. • Awarie i uszkodzenia urządzeń. Tryb rozkazujący. • Reklamacje - korespondencja mailowa.

Język rosyjski (A)	K_U05

• Sposoby zdrowego odżywiania się. • Zwyczaje ślubne w Polsce oraz w Rosji. • Święta rodzinne! Zdania współrzędnie złożone ze spójnikami a, и, но, или. • Czas wolny. Redagowanie krótkiej recenzji spektaklu/ filmu. • Środki masowego przekazu. Wyrażanie opinii n/t mass mediów i ich roli. • Internet czy gazety? • Zaimki wskazujące этот, эта, это, эти, тот, та, то, те. • Czasownik пользоваться (чем?). • Niepełnosprawni są wśród nas. • Leksyka oraz konstrukcje związane z problemami niepełnosprawnych. • Popularne zawody. Nazywanie popularnych zawodów w formie męskiej i żeńskiej. Zaimki przeczące никто, ничто, некто, нечто, никогда, некогда, никуда, некуда. • Obowiązki zawodowe. • Słownictwo służące do opisywania czynności związanych z wykonywaniem popularnych zawodów • Rozmowa o pracę. Udzielanie porad dotyczących wyboru zawodu oraz przygotowania się do rozmowy o pracę. • Rynek pracy w Moskwie. • Opisywanie zalet i wad niektórych zawodów. • Redagowanie ogłoszeń o pracę. • Praca za granicą. Plusy i minusy pracy za granicą. • Powtórzenie materiału. • Prowadzenie rozmowy n/t planów dotyczących przyszłości po ukończeniu studiów. • Studia w Polsce. • Nazwy uczelni i kierunków studiów; popularne skrótowce. • Słownictwo związane z formalnościami i warunkami przyjęcia na studia. • Studia w Rosji. • Rozwijanie skrótów nazw uczelni i kierunków studiów. • Uzasadnianie wyboru kierunku studiów. • Redagowanie e-maila i listu prywatnego • Życie studenckie. • Konstrukcja стать/быть/ работать (кем?). • Konstrukcja быть по профессии/по образованию (кем?). •Konstrukcja несмотря на то,что. • Wycieczki. • Opisywanie/planowanie /relacjonowanie przebiegu wycieczki zorganizowanej. • Redagowanie pytań dotyczących ofert wycieczek. • Obozy letnie. • Nazwy wyposażenia turystycznego. • Słownictwo związane z podróżowaniem pociągiem. • Rzeczownik путь. • Biuro turystyczne. • Redagowanie ulotek reklamowych wycieczek. • Redagowanie listu formalnego zawierającego określone informacje (reklamacja). • Turystyka w Polsce. • Nazywanie bazy noclegowej. • Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Turystyka w Rosji. • Pełne znaczenie skrótowców турбюро, турбаза, ж/д. • Czasowniki заказать, забронировать. • Wynajem mieszkania na lato. • Leksyka oraz konstrukcje stosowanie w ogłoszeniach o wynajmie mieszkań. • Czasowniki снимать, снять, сдать в аренду. • Biuro nieruchomości. • Opisywanie wyglądu pomieszczeń oraz ich wyposażenia na podstawie ilustracji. • Dom czy mieszkanie? Gdzie lepiej żyć? • Zdania bezpodmiotowe. • Powtórzenie materiału. • Nazwy elementów wyposażenia turystycznego. • Leksyka oraz konstrukcje związane z opisem mieszkania. • Korespondencja e-mailowa. •Redagowanie listu prywatnego n/t pechowego wyjazdu.• Leksyka stosowana w liście prywatnym. • Nasi sąsiedzi. • Imiesłowy przysłówkowe współczesne i uprzednie: tworzenie i zastosowanie. • Ziemia - nasza planeta. • Opisywanie i proponowanie różnych działań proekologicznych. • Prezentacja danych dotyczących biodegradacji niektórych przedmiotów codziennego użytku. • Chroń przyrodę. • Przeprowadzanie ankiety n/t działań na rzecz ochrony środowiska. • Przygotowanie i prezentacja referatu n/t zagrożeń środowiska. • Klęski żywiołowe. • Opisywanie klimatu i pogody. • Nazywanie i opisywanie klęsk żywiołowych. • Ekologiczny kryzys. • Opisywanie klimatu i pogody. • Nazywanie i opisywanie klęsk żywiołowych. • Kataklizmy. • Opisywanie czynności związanych z postępowaniem w sytuacji zagrożenia kataklizmem. • Forma prosta (słowotwórcza) stopnia najwyższego przymiotników. • Świat technologii. • Konstruowanie wypowiedzi dotyczących odkryć naukowych, nowinek technicznych, wyrażanie opinii na ich temat. • Słownictwo związane z korzystaniem z niektórych urządzeń technicznych. • Wynalazki XXI wieku. • Opisywanie technologii informacyjno-komunikacyjnych. • Opisywanie awarii. • Komputer i Internet. • Awarie. • Technika i my. • Nazywanie i opisywanie wynalazków. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Wszyscy jesteśmy równi. • Konstruowanie wypowiedzi n/t społecznych ról kobiet i mężczyzn. • Wyrażanie opinii n/t partnerstwa. • Leksyka i konstrukcje dotyczące równouprawnienia oraz społecznych ról kobiet i mężczyzn • Konflikt pokoleń. • Wyrażanie opinii o konflikcie pokoleń oraz słuszności niektórych nakazów i zakazów. • Młodzieżowe subkultury. • Czasowniki запрещать, запретить. • Zaimki względne каждый, всякий, любой. • Ważne daty w naszym życiu. • Określanie dat wydarzeń. • Liczebniki złożone • Towary i usługi. • Rozumienie tekstu czytanego : dialogi n/t awarii i naprawy przedmiotów codziennego użytku. • Wpływ reklamy na człowieka. • Opisywanie czynności związanych z reklamą. •Nazywanie i opisywanie usług. • Zakupy w Internecie. • Wypowiadanie się n/t zakupów internetowych. • Biernik liczby mnogiej rzeczowników żywotnych i nieżywotnych. • Wojna. • Wyrażanie opinii n/t służby wojskowej (w tym zawodowej oraz służby kobiet): dyskusja. • Słowa i wyrażenia związane z państwem, służbą wojskową, konfliktami oraz problemami wewnętrznymi i międzynarodowymi. • Dług obywatelski. • Rozumienie tekstu czytanego: relacjonowanie treści. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy socjalne. • Nazywanie i opisywanie wybranych problemów społecznych oraz proponowanie sposobów ich rozwiązania. • Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Człowiek i społeczeństwo. • Prowadzenie debaty n/t problemów bezrobocia i bezdomności oraz sposobów walki z nimi. • Konstrukcje czasowe z przyimkami за i через. • Mistrz i Małgorzata. • Relacjonowanie treści tekstu. • Elementy wiedzy o Rosji: życie i twórczość Michała Bułhakowa. • Mitologia słowiańska. • Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Domowoja : ducha domu. • Malarstwo rosyjskie. • Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t malarzy rosyjskich : Iwana Szyszkina i Wasilija Kandinskiego. • Federacja Rosyjska. • Słownictwo związane ze strukturą i ustrojem politycznym Federacji Rosyjskiej. • Rosja dzisiaj. • Rozumienie tekstu czytanego dotyczącego struktury i ustroju politycznego Federacji Rosyjskiej. • Polska w europie. • Rozumienie tekstu czytanego dotyczącego struktury i ustroju politycznego w Polsce.

Język rosyjski(B)	K_U05

• Wygląd zewnętrzny. • Nazywanie cech charakteru. • Pytanie o dane personalne. • Przetwarzanie i przekazywanie informacji. • Problemy etyczne. • Zaimki osobowe z przyimkiem lub bez niego. • Wyposażenie domu. • Czas teraźniejszy czasowników. • Rynek nieruchomości. • Rzeczowniki • Remont mieszkania. • Przymiotniki • Wymagania szkolne. • Czasowniki: учить, учиться, изучать • System oświaty w Polsce i w Rosji. • Wymagania szkolne. • Przyimki: в, на • Zawody i stanowiska. • Czynności związane z wykonywaniem różnych zawodów. • Praca zawodowa. • Opisywanie pracy dorywczej. • Opisywanie rynku pracy. • Czas teraźniejszy czasowników. • Nasze portfolio. • Redagowanie listu motywacyjnego, • Redagowanie CV. • Rzeczowniki. • Święta rodzinne. • Nazywanie i opisywanie świąt i uroczystości. • Zaimki dzierżawcze. • Członkowie rodziny, koledzy i przyjaciele. • Czas wolny i styl życia • Czasowniki zwrotne. • Stosunki między ludźmi. Przysłówki miejsca i kierunku. • Artykuły spożywcze. Nazywanie artykułów spożywczych. • Nazywanie opakowań produktów. • Lokale gastronomiczne. • Liczebniki 1,2,3,4 w połączeniu z rzeczownikiem i przymiotnikiem. • Opisywanie diet. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Zaimki wskazujące. • Tryb rozkazujący. • Usługi dla ludności. • Kupno i sprzedaż. Czasowniki купить/покупать. • Bank (środki płatnicze). Liczebniki główne. Rzeczownik рубль. • Towary. • Reklama. Przysłówki stopnia i miary. • Środki transportu Ciekawe miejsca w Rosji. • Opisywanie czynności związanych z podróżowaniem. • Nazywanie i opisywanie bazy noclegowej. • Rzeczowniki zakończone na -ий -ия, -ие. • Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Redagowanie blogu. • Dziedziny sztuki (film). • Gatunki filmowe. • Mass media. • Czas teraźniejszy czasowników. • Dyscypliny sportowe. • Obiekty sportowe. • Sportowcy. • Sprzęt sportowy. • Stopień wyższy przymiotników. • Zawody sportowe. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Opisywanie samopoczucia. • Nazywanie i opisywanie objawów chorób i sposobów ich leczenia. • Leczenie. • Przyimki w konstrukcjach określających czas i kierunek • Uzależnienia. • Tryb rozkazujący • Nazywanie podstawowych urządzeń technicznych. • Opisywanie czynności związanych z korzystaniem z podstawowych urządzeń technicznych. • Komputer i internet. Nazywanie elementów z dziedziny „Komputer i Internet". • Flora i fauna. • Nazywanie i opisywanie roślin i zwierząt. • Opisywanie krajobrazu. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękkotematowe. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękkotematowe. • Ekologia. • Opisywanie czynności związanych z ochroną środowiska naturalnego. • Rosja. Opisywanie struktury państwa. • Nazywanie urzędów. • Organizacje społeczne i międzynarodowe. • Czas teraźniejszy czasowników • Gospodarka narodowa. • Konflikty wewnętrzne i międzynarodowe • Życie społeczne. Zaimek себя. • Wyrażenie друг друга. • Konflikty międzynarodowe. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy socjalne. Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Konstrukcje czasowe z przyimkami за i через. • Mistrz i Małgorzata. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje dotyczące życia i twórczości Michała Bułhakowa. • Mitologia. Informacje encyklopedyczne dotyczące wybranych zagadnień z mitologii słowiańskiej. • Wasilij Kandinskij. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Wasilija Kandinskiego. • Relacjonowanie treści tekstu. • Iwan Szukszyn. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Iwana Szyszkina • Relacjonowanie treści tekstu. • Bajki rosyjskie. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Święta w Rosji. Nazywanie i opisywanie świąt. • Święta w Polsce. Nazywanie i opisywanie świąt.

Konstrukcja samolotów	

• WYKŁAD: Wprowadzenie. Obciążenia samolotu: ogólne obciążenia samolotu, obciążenia dopuszczalne i obciążenia niszczące, współczynniki obciążeń i prędkości obliczeniowe. Symetryczne obciążenia sterowane i od podmuchów. • Obciążenia niesymetryczne. Brutalne sterowanie. Obciążenia przy starcie, lądowaniu. Obciążenia awaryjne i obsługowe. • Obciążenia zespołu napędowego i wpływ pracy zespołu napędowego na obciążenie samolotu, obciążenie łoża silnikowego i sąsiednich elementów konstrukcji. • Projektowanie samolotu, etapy projektowania. Ogólna postać zadania projektowego, zmienne, ograniczenia, kryteria. Metody wyboru rozwiązania projektowego. • Układy konstrukcyjne samolotów; rozmieszczenie skrzydeł, usterzeń, podwozia i napędu. • Schematy wytrzymałościowe konstrukcji: kratownice, konstrukcje półskorupowe i skorupowe, zakresy stosowalności. • Rozwiązania konstrukcyjne głównych zespołów samolotu: skrzydeł, kadłubów, usterzeń, podwozi, zespołów napędowych (śmigłowych i odrzutowych). • Obciążenia usterzenia. Obcią¬że¬nia podczas lądowania. Obciążenia zespołu napędowego

Konstrukcja silników lotniczych 1	K_W06, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U08, K_U12, K_K01, K_K04

• Podział silników lotniczych – schematy konstrukcyjne. Obciążenia zespołów konstrukcyjnych (podział obciążeń: mechaniczne, gazodynamiczne, cieplne), sposoby rozmieszczenia podpór wirników, siły bezwładności i momenty. Struktura nośna silnika - Kadłuby jako elementy nośne konstrukcji. Specyfika obciążeń silników śmigłowych i śmigłowcowych. Węzły mocowania silników do płatowca. • Łożyskowanie wirników. Rodzaje łożysk. Uszczelnienia labiryntowe. Zasady kształtowania podpór. Wpływ sposobu profilowania kanału przepływowego na rodzaj podpór. • Sprężarki lotnicze. Podział sprężarek (osiowe, diagonalne, promieniowe). Klasyfikacja sprężarek osiowych. Konstrukcja sprężarki osiowej (wirnik, typy wirników, sposoby przenoszenia momentu obrotowego w konstrukcjach bębnowych, tarczowych, bębnowo-tarczowych). Łopatki wirnikowe. Charakterystyki geometryczne. Zamki łopatek. Łopatki aparatu kierującego. Kadłuby sprężarek. Uszczelniania. Luz wierzchołkowy, luz osiowy. Urządzenia przeciwoblodzeniowe. Materiały konstrukcyjne. Sprężarki promieniowe. Klasyfikacja. Konstrukcja sprężarki promieniowej. • Turbiny. Konstrukcja zespołu turbiny: tarcze, łopatki, wirnik. Specyfika konstrukcji łopatek chłodzonych. Kadłuby turbin. Konstrukcje wielowirnikowe i wielostopniowe. Łopatki wirnikowe i dyszowe. Luz wierzchołkowy. Uszczelnienia w turbinach. Sposoby łączenia tarcz turbin, sposoby łączenia wirników sprężarek i turbin. Sprzęgła. Rozkłady temperatur w turbinach Łopatki, tarcze, wały). Specyfika obliczeń konstrukcyjnych tarcz turbin. Chłodzenie turbin. Sposoby chłodzenia łopatek turbin (obliczenia wydatku powietrza chłodzącego, sprawność procesu chłodzenia), schematy chłodzenia łopatek turbin, schematy i sposoby chłodzenia tarcz turbin. Materiały konstrukcyjne. • Obliczenia łopatek (profilowanie łopatek sprężarek i turbin). Wyznaczania naprężeń w łopatkach (rozciągających, zginających, skręcających). Momenty gnące – kompensacja momentów gnących. Wyznaczanie środków ciężkości profilu, momentu bezwładności, dobór obliczeniowego układu współrzędnych. Skręcanie łopatek. Wyznaczanie naprężeń w zamku trapezowym łopatki sprężarki i obliczenia konstrukcyjne zamka wielo-trapezowego łopatki turbiny. Wyznaczanie współczynników bezpieczeństwa konstrukcji. Naprężenia cieplne w łopatce. Ocena zapasu wytrzymałości łopatki. Wytrzymałość niskocyklowa łopatek turbin. • Drgania łopatek. Postaci drgań własnych łopatki sprężarki osiowej. Wpływ prędkości obrotowej na częstość drgań własnych łopatki. Wpływ sposobu mocowania łopatki na drgania. Wyznaczanie częstości wymuszających drgania łopatki. Rezonans drgań. Identyfikacja postaci drgań. Sposoby obniżania częstości drgań własnych i naprężeń dynamicznych w łopatkach silników. • Wirniki bębnowe i tarczowe. Wady i zalety. Ocena stanu wytężenia wirnika bębnowego. Stan naprężeń w tarczy pełnej, z otworem centralnym, z łopatkami. Współczynnik bezpieczeństwa konstrukcji tarczy i bębna, rozkłady współczynnika bezpieczeństwa. Technologiczne aspekty konstrukcji bębnowej i tarczowej. Sposoby połączenia tarcz i wałów turbin i sprężarek. • Komory spalania. Schematy konstrukcyjne, wymiary, elementy konstrukcji komory. Podział komór spalania. Komory rurowe, pierścieniowe, pierścieniowo-rurowe. Organizacja procesu spalania w komorze. Obliczenia konstrukcji komory spalania – wytrzymałościowe, dynamiczne. Dobór parametrów komory spalania. Kierunki rozwoju komór spalania. Ekologiczne aspekty organizacji procesów spalania w komorze. Materiały do budowy komór spalania. • Dopalacze. Podstawy procesów spalania w komorze dopalacza. Konstrukcja komory dopalacza – elementy konstrukcji, funkcja (urządzenie wlotowe, rura żarowa, urządzenia zapłonowe). Spalania wibracyjne i niestateczne zakresy pracy dopalacza. Zarys obliczeń wytrzymałościowych dopalacza. Dobór i uszkodzenia komory dopalacza.

Materiały konstrukcyjne. • Dysze wylotowe. Rodzaje dysz wylotowych. Dysze regulowane. Dysze z wektorowaniem ciągu. Tłmiki hałasu strumienia wylotowego. • Systemy smarowania silników. Wymagania techniczne. Elementy funkcjonalne systemu. Dobór parametrów konstrukcyjnych. Skrzynki napędu agregatów. Układy zasilania paliwem. Pompy, filtry. • Analiza wybranych awarii silników lotniczych w aspekcie wpływu konstrukcji silnika na powstanie i przebieg awarii (katastrofy). • Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji silników przepływowych. • 1. Dokumentacja silnika lotniczego: jednoprzepływowego, dwuprzepływowego, śmigłowcowego, 2. Schemat konstrukcji silnika jednoprzepływowegoi dwuprzepływowego, identyfikacja zespołów konstrukcyjnych silnika, wymiarowanie silnika 3. Węzły mocowania silnika do płatowca – rozmieszczenie węzłów, identyfikacja węzłów głównych, transportowych, montażowych, obliczenia. 4. Wloty silników. Wyznaczanie obciążeń, wymiarowanie wlotu poddźwiękowego i naddźwiękowego. 5. Profilowanie łopatki sprężarki osiowej. Geometria, środek ciężkości profilu. Wyznaczanie obciążeń, dobór kąta zaklinowania, wyznaczanie naprężeń i rozkładu współczynnika bezpieczeństwa. Wyznaczanie częstości drgań własnych łopatki. Kompensacja momentów gnących. 6. Obliczenia wytrzymałościowe zamka trapezowego. Przekroje krytyczne zamka.

Lotnicze silniki tłokowe	K_W05, K_W06, K_W07, K_W09, K_U01, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K02

• Podział silników tłokowych (silniki rzędowe, przeciwsobne, widlaste, rzędowe). Obiegi porównawcze tłokowych silników spalinowych (obiegi silników dwu i czterosuwowych), obiegi teoretyczne i porównawcze, projektowanie wykresu obiegu porównawczego. Silniki o zapłonie iskrowym (zasada działania, tworzenie mieszanki palnej, spalanie, komory spalania), Silniki o zapłonie samoczynnym (zasada działania, tworzenie mieszanki palnej, spalanie, komory spalania – rodzaje komór, wady i zalety rozwiązań konstrukcyjnych komór). • Charakterystyki silników i wskaźniki operacyjne (średnie ciśnienie indykowane, prędkość obrotowa, moment obrotowy, moc silnika, sprawność). Jednostkowe zużycie paliwa. Moc jednostkowa, charakterystyka prędkościowa wysokościowa, śmigłowa. • Ekologiczne aspekty użytkowania silnika(zadymienie spalin, toksyczność spalin, hałaśliwość pracy silnika), paliwa silnikowe, oleje, smary. • Obciążenia mechaniczne i cieplne silnika (kinematyka układu korbowego, siły bezwładności, siły gazowe, obciążenia cieplne) • Projektowanie silnika (założenia ogólne, modelowanie i symulacje, dobór liczby cylindrów i układ cylindrów, główne wymiary silnika, szacowanie masy silnika i wymiarów zewnętrznych) • Materiały konstrukcyjne w budowie silników tłokowych lotniczych • Wybrane zespoły konstrukcyjne: zespół tłokowy (tłok, pierścień, sworzeń – obliczenia, materiały, konstrukcja). Wały korbowe, korbowody (konstrukcja wałów, czopy główne, ramię wykorbienia, obliczenia).Wyrównoważanie silnika (silnik jednocylindrowy, widlasty, gwiazdowy) • Układy dolotowe i wylotowe, rozrząd silników czterosuwowych (krzywki rozrządu, napęd zaworów, sprężyny, zawory) Chłodzenie silników (wpływ powietrza na pracę silnika, chłodzenie powietrzne). Układy smarowania silników (oleje silnikowe, schematy układów olejenia, pompy oleju, filtry, zawory przelewowe, miski olejowe). Układy zasilania silników ZI (gaźniki, układy wtryskowe). Układy zasilania silników z ZS (pompy i układy wtryskowe, układ akumulatorowy, pompowtryskiwacze) Regulacja i sterowanie pracą silników. • Doładowanie silników (ciśnienie doładowania, systemy doładowania silników lotniczych, granice doładowania, dobór wielkości sprężarki, charakterystyka wysokościowa silnika doładowanego). Perspektywy rozwoju lotniczych silników tłokowych • 1.Wyznaczanie przebiegu ciśnienia w cylindrze silnika tłokowego 2.Określenie głównych wymiarów silnika 3.Kinematyka mechanizmu korbowego 4.Projekt zespołu tłoka 5.Obliczenia wału korbowego 6.Wyrównoważanie silnika jednocylindrowego 7.Dobór sprężarki doładowującej • 1.Rysunki konstrukcyjne silników tłokowych, dokumentacja techniczna. 2.Badanie wybranych charakterystyk silnika tłokowego 3.Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej (w zależności od śmigła) 4.Charakterystyka dławiona silnika tłokowego

Matematyka 1	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Elementy logiki matematycznej, funktory i kwantyfikatory. Zasada indukcji matematycznej. Równania i nierówności wymierne i wielomianowe, schemat Hornera, wykresy funkcji liniowych, wielomianowych, wymiernych, prostych funkcji niewymiernych (przypomnienie). Przegląd funkcji elementarnych: funkcje trygonometryczne, cyklometryczne (arcsin(x) i arctg(x)), wykładniczych i logarytmicznych. Równania i nierówności trygonometryczne, wykładnicze i logarytmiczne. Składanie funkcji. • Liczby zespolone, postać algebraiczna i trygonometryczna, wielomiany zespolone, przykłady pierwiastków zespolonych, Zasadnicze Twierdzenie Algebry. • Ciągi liczbowe (rzeczywiste i zespolone), granica ciągu. Szeregi liczbowe, zbieżność szeregów. Szeregi potęgowe. Przykłady funkcji zespolonych wyrażone szeregami, funkcja wykładnicza, trygonometryczne, wymierne, logarytm zespolony. Granica funkcji, ciągłość funkcji rzeczywistej. • Pochodna funkcji, wyznaczanie pochodnych, funkcje złożone i ich pochodne. Zastosowania pochodnych: reguła d'Hospitala, styczne do wykresu, monotoniczność funkcji, ekstrema lokalne funkcji. Wykres funkcji. • Geometria analityczna na płaszczyźnie. Działania na wektorach, prosta, okrąg, krzywe stożkowe. Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej – działania na wektorach, iloczyn skalarny i wektorowy. równanie prostej, płaszczyzny, przykłady powierzchni opisywanych równaniami stopnia 2-go (walec, paraboloida, stożek ...). Krzywa w przestrzeni opisana równaniami parametrycznymi. • Macierze, działania na macierzach (dodawanie, mnożenie przez liczbę, mnożenie macierzy, wyznaczniki, Twierdzenie Sarrusa, Twierdzenie Laplace'a, własności wyznacznika, wartości własne macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych. • Funkcje wielu zmiennych, powierzchnie jako wykres funkcji (płaszczyzna, paraboloida, sfera, walec). Pochodne cząstkowe, ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych.

Matematyka 2	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Funkcja pierwotna, całka nieoznaczona jako zbiór funkcji pierwotnych, całka oznaczona jako przyrost funkcji pierwotnej. Podstawowe metody całkowania, całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych, trygonometrycznych i niewymiernych – przykłady. • Zastosowania całek oznaczonych, pole obszaru, długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej • Całki podwójne i potrójne, we współrzędnych kartezjańskich, biegunowych, walcowych i sferycznych. • Zastosowania całek wielokrotnych: pole powierzchni, masa, środek ciężkości, momenty statyczne i bezwładności niejednorodnego obszaru płaskiego oraz bryły niejednorodnej. • Całki krzywoliniowe po krzywych opisanych równaniem funkcyjnym i równaniami parametrycznymi, zastosowania – długość i masa krzywej.Całki powierzchniowe po powierzchni opisanej równaniem funkcyjnym, zastosowania pole powierzchni, masa i środek ciężkości niejednorodnego płata powierzchniowego. • Podstawowe wiadomości z teorii równań różniczkowych zwyczajnych. Równanie, rozwiązanie równania, warunki brzegowe i warunki Cauchy'ego dla równań zwyczajnych. Rozwiązywanie wybranych typów równań zwyczajnych (równania zmiennych rozdzielonych, równania liniowe, równania sprowadzalne do równań zmiennych rozdzielonych i/lub równań liniowych). Wybrane równania opisujące zjawiska fizyczne • Transformata Laplace'a i jej zastosowanie do rozwiązywania równań liniowych wyższych rzędów. • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych.

Matematyka 3	K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01

• Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowe, średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Przegląd zmiennych skokowych i ciągłych. Korzystanie z tablic rozkładów: Poissona, normalnego, Chi-kwadrat, t-studenta. • Elementy statyki opisowej. Szereg rozdzielczy, wyznaczanie podstawowych parametrów próby statystycznej. Wizualizacja danych statystycznych. • Estymacja punktowa i przedziałowa podstawowych parametrów, weryfikacja hipotez statystycznych.

Materiałoznawstwo lotnicze [B]	

• Wymagania stawiane materiałom przeznaczonym na konstrukcje lotnicze • Ogólna charakterystyka materiałów stosowanych w konstrukcjach lotniczych • Stopy tytanu stosowane w lotnictwie • Stopy aluminium stosowane w lotnictwie • Materiały kompozytowe w konstrukcjach lotniczych • Podatność na korozję materiałów stosowanych do wytwarzania elementów konstrukcji lotniczych • Zabezpieczenia antykorozyjne stosowane w przemyśle lotniczym • Mechanizmy zniszczenia materiałów lotniczych - pękanie, zmęczenie, pełzanie

Materiały lotnicze	K_W08, K_W12

• Struktura, klasyfikacja i charakterystyka materiałów inżynierskich • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych (krystalizacja, umocnienie odkształceniowe, rekrystalizacja) • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stal niestopowa. Odlewnicze stopy żelaza • Stal stopowa • Stopy metali nieżelaznych (Al, Ti, Ni, Cu) • Materiały niemetaliczne, kompozyty • Zabezpieczenia antykorozyjne • Podstawy doboru materiałów lotniczych • Badania nieniszczące i makroskopowe

Mechanika lotu 1	K_W11

• Wprowadzenie. Ogólna charakterystyka atmosfery, międzynarodowa atmosfera wzorcowa. • Siły i momenty aerodynamiczne, współczynniki sił i momentów, kryteria podobieństwa. • Charakterystyka nośności i biegunowa samolotu bez usterzenia • Ustalony lot ślizgowy samolotu, biegunowa prędkości • Charakterystyki podstawowych typów zespołów napędowych: silnik tłokowy, turbośmigłowy i turboodrzutowy • Zasada działania, charakterystyki i dobór śmigła • Ustalony lot silnikowy samolotu, wyznaczanie charakterystycznych prędkości lotu, pułapu i czasu wznoszenia metodą mocy i ciągów • Start i lądowanie samolotu , wpływ mechanizacji płata i bliskości ziemi. • Zasięg, długotrwałość lotu i promień działania samolotu • Elementarne pojęcia z zakresu stateczności i sterowności samolotu. • Wyznaczanie biegunowej aerodynamicznej samolotu • Wyznaczanie "uproszczonej" i "pełnej" biegunowej prędkości samolotu • Wyznaczanie charakterystyki ciągu zespołu śmigło-silnik, dobór średnicy śmigła stałego i "constant speed" • Wyznaczanie charakterystyk aerodynamicznych samolotu z wychylonymi klapami i wpływem ziem • Wyznaczanie długości start i lądowania samolotu • Wyznaczanie zasięgu i długotrwałości lotu samolotu • Modelowanie matematyczne bezsilnikowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne podstawowych, ustalonych osiągów samolotu • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu

Mechanika ogólna 1	K_W06, K_U01, K_U08, K_K01, K_K04

• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,

Mechanika ogólna 2	K_W06, K_U08, K_K01, K_K04

• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania ruchu środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika układu brył, przykłady. • Ruch względny, przykłady. • Żyroskop, teoria uproszczona. • Kolokwium z zakresu treści kształcenia TK01-TK05 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. • Równania Lagrange'a drugiego rodzaju, przykłady

Mechanika płynów	K_W07, K_U04, K_U08, K_K04

• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizykalna w świetle molekularnej struktury materii. Ściśliwość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsena. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu-równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Charakterystyka kątowa sondy Prandtla. Pomiar lepkości cieczy. • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej.Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francisa. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki pompy • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Analiza wymiarowa. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny

przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniutonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych i lokalnych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych, Charakterystyki profili lotniczych. Przeciągnięcie. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Dekompozycja przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, równanie Laplace'a dla przepływu potencjalnego. Warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna. Rozwiązania podstawowe dla przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Opływ walca kołowego Odwzorowania konforemne. Profil Żukowskiego. Warunek Kutty-Żukowskiego. Wzór Żukowskiego dla siły nośnej. • Warstwa przyścienna:Warunki powstawania, Równania Prandtla i von Karmana dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Modele turbulencji przyściennej. Parametry warstwy przyściennej. Obliczenia laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej dla prostych przypadków (płaska płyta)

Metoda elementów skończonych	K_U06

• Podstawowe założenia MES, idealizacja konstrukcji, etapy rozwiązywania problemu: etap I - proces idealizacji, etap II – analiza poszczególnych elementów, etap III – analiza układu (konstrukcji). • Analiza elementu prętowo – belkowego, funkcje kształtu. Macierz sztywności w układzie globalnym – przykład transformacji. Uogólnione siły i przemieszczenia, podstawowe zależności dla elementu i układu. • Podstawowe elementy dwuwymiarowe: element tarczowy – trójkątny – macierz sztywności odniesiona do uogólnionych sił i przemieszczeń, macierz sztywności odniesiona do sił i przemieszczeń rzeczywistych. Elementy płytowe – trójkąt Pascala jako podstawa doboru funkcji kształtu spełniającej warunek geometrycznej • Elementy trójwymiarowe. Koncepcja super elementu. Naturalne współrzędne elementów – całkowanie wielomianów. • Interpolacje Lagrange'a i Hermita. • Koncepcja elementu izoparametrycznego. • Ogólne zadanie całkowania numerycznego. • Analiza układu • zasady tworzenia macierzy sztywności układu, uwzględnianie warunków brzegowych

Metody komputerowe - CAD w proj. silników	K_W05, K_W12, K_U06, K_U14, K_K01

• pozyskanie uporządkowanej wiedzy z zakresu projektowania części maszyn i zapisu konstrukcji, wspomaganego poprzez komputerowe systemy wspomagania projektowania, stosowane w lotnictwie • przyswojenie wiedzy nt. rozwiązań stosowanych we współczesnym lotnictwie oraz trendów rozwoju tej dziedziny • nabycie umiejętności doboru właściwego narzędzia informatycznego, do zdefiniowanego zagadnienia problemowego • opanowanie wiedzy nt. specyfikowania prostych urządzeń i systemów lotniczych w oparciu o zestaw podstawowych parametrów funkcjonalnych • przedstawienie możliwości rozwoju własnych kompetencji i potencjalnych korzyści wynikających z tego rozwoju

Ochrona środowiska	K_W02, K_W14, K_K02

• Podstawowe pojęcia i definicje: środowisko, ochrona środowiska w ujęciu ogólnym i wąskim, zasoby przyrody odnawialne i nieodnawialne, technosfera, idea zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju), ekosystem i przyjęty schemat modelu systemu, gdzie występuje wzajemne oddziaływanie: człowieka, przemysłu i technologii oraz środowiska. • Budowa ziemskich ekosystemów. Ziemia w Układzie Słonecznym. Pojęcie ekosfery. Zarys powstania i ewolucji Ziemi. Właściwości fizykochemiczne i cechy funkcjonalne atmosfery ziemskiej i jej skład. • Ziemska hydrosfera. Właściwości wody i jej znaczenie zarówno w skali globalnej (morza i oceany kształtują klimat Ziemi), jak i w skali mole¬kularnej (obecność wody w komórkach organizmów). Zasoby wody, krążenie wody w przyrodzie i jako surowiec. • Ziemska litosfera, jej budowa począwszy od wnętrza Ziemi do powierzchni z omówieniem aktywności geologicznej naszej planety (wędrówki ziemskich kontynentów, wybuchy wulkanów i przesuwanie się płyt tektonicznych, litosfera, astenosfera). Gleba, schemat budowy warstwy gleby oraz jej funkcje podtrzymujące i chroniące życie na naszej planecie (wyżywienie świata, zasoby leśne, zasoby surowców naturalnych i paliw). • Pierwiastki chemiczne występujące na Ziemi. Właściwości węgla, wodoru i fosforu. Cykl lub obieg biogeochemiczny jako obieg pierwiastków będący następstwem życia organicznego w kontekście procesów geologicznych i chemicznych w środowisku. Biogeochemiczny cykl: węgla, azotu, siarki i fosforu w ujęciu rocznych strumieni, zobrazowany przebiegiem procesów zachodzących w instalacjach przemysłowych lub w środowisku naturalnym za pomocą wykresu Sankeya. • Pojęcie: zanieczyszczenia, substancji niebezpiecznej i wielkość dopuszczalnej emisji w środowisku. Źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka i źródła naturalne emitujące zanieczyszczenia do atmosfery. Rodzaje zanieczyszczeń oraz sposoby zapobiegania, rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych, aerozolowych i gazowych, hałas, tereny chronione, środowisko gleb, typowe zanieczyszczenia gleb i ich likwidacja, remediacja gruntów, odpady, ustawowy podział, odpady niebezpieczne, gospodarka odpadami, utylizacja odpadów, charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska w poszczególnych komponentach. • Oddziaływanie przemysłu lotniczego na środowisko: skutki i sposoby oddziaływania, etap pozyskiwania paliw pierwotnych, etap przetwarzania paliw; wpływ na krajobraz, litosferę, atmosferę, hydrosferę oraz infrastrukturę techniczną i społeczną. Zagadnienia podstawowe procesów oczyszczania spalin. Zagadnienia związane z metodami zapobiegania emisji. Pomiary i obliczanie emisji zanieczyszczeń, przygotowanie gazów do oczyszczania. Oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń gazowych. Absorpcja. Adsorpcja. Spalanie termiczne i katalityczne. Kondensacja. Oczyszczanie biologiczne. Odpady i ich zagospodarowanie. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania , aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja – pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przeźroczystości atmosfery, silna absorpcja w niejednolitym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo – właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany – gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchnia – atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna, siła Coriolisa, komórkowa struktura atmosfery, centra działania atmosfery, masy powietrza, fronty atmosferyczne, wiatry - rodzaje mechanizm powstawania, dynamika atmosfery polarnych szerokości geograficznych, globalna cyrkulacja oceaniczna, prądy powierzchniowe i głębinowe, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. Globalna cyrkulacja oceaniczna: mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, ustrój cieplny oceanu, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie – powstawanie, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt.

Ochrona własności intelektualnej	K_W16, K_U01, K_K03

• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego

Osprzęt i sterowanie silnika	K_W03

• Śmigło lotnicze jako obiekt sterowania. Silnik tłokowy jako obiekt sterowania. Regulatory prędkości obrotowej. Regulatory ciśnienia ładowania. Regulatory składu mieszanki. Regulatory mocy (ograniczniki temperatury). Przykłady praktycznych zastosowań. Silnik odrzutowy jako obiekt sterowania: charakterystyka procesu roboczego silnika, równania dynamiki silnika odrzutowego. Układ regulacji prędkości obrotowej, regulatory temperatury i mocy. Sterowanie silników dwuwirnikowych. Sterowanie turbinowych silników śmigłowych. Równania dynamiki turbinowych silników śmigłowych. Prawa sterowania na podstawowych zakresach pracy. Regulatory prędkości obrotowej turbinowych silników śmigłowych. Regulatory temperatury spalin. Korektory i ograniczniki. Sterowanie wirników nośnych śmigłowców i śmigieł. Ograniczenia w sterowaniu śmigłowców. Sterowanie turbinowych silników dwuprzepływowych. Specyfika sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Dwuprzepływowy silnik odrzutowy jako obiekt regulacji. Układy sterowania i automatycznej regulacji silników dwuprzepływowych. Zasady projektowania układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. Tendencje i perspektywy rozwoju układów sterowania lotniczych zespołów napędowych. • Scilab – komputerowe wspomagnaie w projektowaniu układów regulacji. Lotnicze czujniki pomiarowe. Pompa nurnikowa – element układu sterowania. Izodromowe sprzężenie zwrotne – symulacja cyfrowa. Cyfrowy model silnika lotniczego. Pomiar prędkości obrotowej wału silnika. Badanie iskrowników – wykorzystanie sygnału z iskrowników do pomiaru prędkości obrotowej wału silnika. Symulacja cyfrowa elementów układu sterowania jako metoda prototypowania proponowanych rozwiązań.

Podstawy automatyki	K_W03, K_U06, K_U07, K_U08

• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki.Układy automatycznej regulacji. Wprowadzenie do opisu matematycznego elementów automatyki • Przekształcenie Laplace'a. Podstawowe właściwości. Przekształcenie odwrotne. Definicja transmitancji operatorowej. Wprowadzenie do charakterystyk czasowych • Wykreślanie podstawowych charakterystyk czasowych. Transmitancja widmowa. Wprowadzenie do charakterystyk częstotliwościowych. • Charakterystyki częstotliwościowe • Podstawowe elementy automatyki • Przekształcanie schematów blokowych • Opis układów dynamicznych w przestrzeni stanów • Fazowe zmienne stanu • Stabilność. Warunki stabilności. Kryterium Hurwitza, Ruth, Michajłowa, Nyquista, logarytmiczne Nyquista. • Dokładność statyczna. Obliczanie uchybu ustalonego. • Regulatory P, PI, PD, PID. Właściwości. Dobór nastaw regulatora z wykorzystaniem logarytmicznych charakterystyk częstotliwościowych. Regulacja dwu i trójpołożeniowa. Układy hierarchiczne. Wprowadzenie do układów automatycznego sterowania lotem. • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Symulacja układów numerycznych • Badanie stabilności układów automatycznej regulacji • Regulacja PID

Podstawy elektroniki	K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01

• 1. Wstęp do elektroniki, podstawowe informacje dotyczące zakresu wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych, przedstawienie wymagań dotyczących zasad wykonywania ćwiczeń, zasad BHP, posługiwania się sprzętem laboratoryjnym tj. multimetrem cyfrowym, oscyloskopem, zasilaczem laboratoryjnym. • 2. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne bierne, parametry tolerancje wykonania, warunki pracy. Podzespoły półprzewodnikowe diody prostownicze, schotky, uniwersalne, tranzystory bipolarne,układ pracy tranzystora, tranzystory polowe, tranzystory MOSFET, aplikacje z tranzystorami bipolarnymi oraz z tranzystorami MOSFET, półprzewodniki w obwodach prądu zmiennego tyrystor, triak. Opgraniczania w pracy elementów półprzewodnikowych. • 3. układy zasilające zasilacze niestabilizowane, zasilacze liniowe, monolityczne liniowe stabilizatory napięcia, stabilizatory LDO, LDV, stabilizowane zasilacze impulsowe, zasilacze obniżające napięcie, zasilacze podwyższające napięcie, zasilacze wielonapięciowe, separacja galwaniczna w zasilaczach, zasilacze synchroniczne, przetwornice DC-DC, przetwornice DC-AC. • 4. Układy analogowe. Wzmacniacze operacyjne, wzmacniacz odwracający,nieodwracający, wzmacniacz różnicowy ,wtórnik, sumator analogowy, wzmacniacz logarytmijący, komparatory analogowe, generatory napięcia sinusiodalnego, generatory przebiegów impulsowych, układy całkujące, układy różniczkujące analogowe układy kondycjonowania sygnałów. • 5.Układy cyfrowe, technologia TTL, CMOS. Standardy sygnałów w cyfrowych układach TTL, obciążalność prądowa, technologia TTLS, TTL LS. Standardy sygnałów w układach CMOS, obciążalność prądowa, Rodzina układów HC, HCT. Łączenie układów TTL-CMOS, ograniczenia w pracy układów cyfrowych. • 6. Układy kombinacyjne. Bramki logiczne, komparatory cyfrowe, enkodery i dekodery, multipleksery i demultipleksery, układy kontroli parzystości, sumatory, jednostka arytmetyczno logiczna ALU. • 7. Układy sekwencyjne. Przerzutnik RS, przerzutnik JK, Przerzutnik D, rejestry, liczniki binarne ,liczniki dziesiętne , liczniki rewersyjne, lczniki programowane, zmiana modulo licznika, układy kształtowania impulsu monowibratory, multiwibratory. • 8. Układy wyjściowe. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwomechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 9. Optoelektronika.Diody LED parametry, układy zasilania , diody LED dużej mocy- warunki pracy , ograniczenia. Wyświetlacze segmentowe LED budowa, parametry, sterowanie sekwencyjne wyświetlaczem, wyświetlacze OLED, wyświetlacze LCD budowa zasada działania, parametry. Wyświetlacze VFD,fotoelementy, fototranzystory, transoptory. • 10. Programowane struktury logiczne, układy EPLD. Układy GAL rodziny 16V8, struktura budowy układów,zasady programowania, programowane struktury logiczne układów Xilinx, Altera, Lattice, narzędzia programowania programowanych struktur logicznych. • 11. Mikroprocesory i mikrokomputery jednoukładowe. Budowa mikroprocesora, system mikroprocesorowy, pamięci ROM,RAM, obszar We-Wy. Urządzenia wewnętrzne mikrokomputera jednoukładowego, liczniki, układy monitorowania napięcia, układ nadzorowania pracy mikrokomputera WD-timer. Architektura mikrokomputera jednoukładowego. • 12. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemiana częstotliwości, transciwery. Nadawanie sygnałów radiowych ,modulacje ciągłe, AM,FM. Modulacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny prętowe , anteny kierunkowe. • 13. Elektroakustyka. Zakres częstotliwości akustycznych, skala decybelowa, przetworniki elektroakustyczne, mikrofony, głośniki, wzmacniacze sygnałów akustycznych, zniekształcenia sygnałów, szumy, przydźwięki. Urządzenia elektroakustyczne na pokładzie samolotu. • 14. Technologia montażu układów elektronicznych. Chemiczne środki wspierania technologi motażu podzespołów. Lutowanie elementów elektronicznych i

układów scalonych, montaż, demontaż układów SMD, technologia automatycznego montażu na płytkach drukowanych, zabezpieczenia ESD przy produkcji układów elektronicznych. • 15. Zakłócenia w układach elektronicznych. Kompatybilność elektromagnetyczna. Źródła i rodzaje zakłóceń, sposoby rozprzestrzeniania się zakłóceń , zakłócenia przewodowe, zakłócenia radiacyjne. Eliminacja zakłóceń, komponenty do redukcji zakłóceń. • Technologia montażu układów elektronicznych, lutowanie elementów dyskretnych, lutowanie układów SMD, demontaż elementów elektronicznych • Sterowanie silnikiem prądu stałego. Generowanie sygnału PWM, Obserwacja sygnału oscyloskopem cyfrowym, obliczenia parametrów zbudowanego układu. • Układy zasilające. Badanie parametrów stabilizatora liniowego. Badanie parametrów stabilizatora impulsowego. Wyznaczenie i porównanie sprawności układów. • Komponenty elektroniczne. Rozpoznanie i kwalifikacja komponentów, pomiar wybranych parametrów mostkiem RLC, multimetrem cyfrowym. • Sterownik PLC. Podstawowe polecenia sterownika PLC ZEN, zasady programowania drabinkowego, konfiguracja linii wejścia wyjścia. Programowanie sterownika do zadanej aplikacji, weryfikacja działania programu. • Cyfrowe magistrale danych, interfejs równoległy, interfejsy szeregowe RS 232, SPI, CAN, I2C. Wymagania sprzętowe do realizacji połączenia interfejsu szeregowego. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na bramkach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy cyfrowe sekwencyjne. Zaprojektowanie zadanego układu sekwencyjnego, analiza poprawności działania układu. • Układy analogowe. Badanie podstawowych konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego, wzmacniacz odwracający, wzmacniacz nieodwracający, wtórnik. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtru dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Układ sumujący , układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.

Podstawy elektrotechniki	K_W04, K_U07, K_U08, K_K01

• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy,rodzaje. Strałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie pradu przemiennego. Trójkąt impedancji. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności.

Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)	K_W05, K_U08, K_U14, K_U16, K_K01, K_K03, K_K06

• Wymagania stawiane wyrobom technicznym. Metodyka konstruowania w budowie maszyn. Kryteria oceny obiektów technicznych. Podstawy wytrzymałości zmęczeniowej. • Połączenia spawane • Połączenia nitowe • Połączenia gwintowe: rodzaje i zastosowanie gwintów, rozkład sił. • Połączenia gwintowe: obliczenia wytrzymałościowe • Połączenie gwintowe pracujące z napięciem wstępnym • Osie i wały: przeznaczenie, zasady kształtowania, obliczenia wytrzymałościowe • Połączenia wał-piasta: wpustowe, wielowypustowe, rozprężno-zaciskowe • Łożyska toczne i ślizgowe • Sprzęgła mechaniczne • Przykłady obliczeń węzłów i części maszyn • Projekt 1: Połączenia • Projekt 2: Wał maszynowy • Uzupełnienie dokumentacji studenta

Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)	K_W05, K_U14, K_U16

• Przekładnie zębate walcowe • Przekładnie zębate stożkowe • Przekładnie cięgnowe • Przekładnie falowe • Przekładnie ślimakowe • Przykłady obliczeń przekładni mechanicznych • Komputerowe wspomaganie projektowania przekładni mechanicznych • Projekt 1: Dwustopniowa przekładnia zębata • Projekt 2: Sprzęgło mechaniczne • Uzupełnienie dokumentacji studenta

Podstawy zarządzania	K_W15

• Wprowadzenie do zarządzania. Organizacje i potrzeba kierowania. Pojęcie kierowania i zarządzania. Funkcje i czynności kierownicze. Rodzaje kierowników. Proces zarządzania. Zakres zarządzania. Synergia a efekt organizacyjny • Rozwój zarządzania Szkoła naukowa. Szkoła naukowej organizacji pracy. Szkoła klasycznej teorii organizacji. Szkoła behawioralna. Szkoła ilościowa. Szkoła systemowa. Kierunek sytuacyjny • Zarządzanie celami organizacji i planowanie. Cele organizacji – funkcje i rodzaje. Istota, metody, techniki i style zarządzania, Proces planowania. Planowanie w organizacji. Zarządzanie ustalaniem celów i procesem planowania. • Proces organizowania. Tworzenie struktur organizacyjnych. Typy struktur organizacyjnych i ich projektowanie. Zarządzanie zmianami w organizacjach. Reorganizacja • Proces przywództwa. Przywództwo i proces oddziaływania. Style kierowania. Zarządzanie potencjałem społecznym organizacji.(planowanie, organizowanie, zatrudnianie, kierowanie) Motywowanie pracownika do pracy. Sterowanie, kierowanie a zarządzanie. • Podejmowanie decyzji kierowniczych. Istota podejmowania decyzji. Typy decyzji. Klasyczny model podejmowania decyzji. Etapy podejmowania decyzji. Grupowe podejmowanie decyzji w organizacjach. Procesy informacyjno- decyzyjne. • Kontrola i controlling. Istota kontroli. Proces kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. • Zarządzanie marketingowe. Filozofia marketingu. Zadania marketingu. Strategie marketingowe: ofensywne, defensywne, konkurencyjne, cenowe • Zarządzanie logistyczne i Zarządzanie innowacyjne. Istota procesów logistycznych. Strategie zarządzania logistycznego. Istota i rodzaje innowacji. Bariery wprowadzanie innowacji. Strategie zarządzania innowacyjnego. • Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem.. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością. 14 punktów Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. Ekologiczna bariera rozwoju. Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Dobór optymalnej ilości wyrobów do planu produkcji. • Analiza stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych. • Podsumowanie zajęć. Zaliczenie

Praktyka produkcyjna	K_W13, K_W14, K_U10, K_K04

• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.

Projekt inżynierski	K_W06, K_W07, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14, K_W15, K_W16, K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06

• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego. Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określanie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.

Projektowanie silników lotniczych	K_W09

• 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.

Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza	K_W14, K_W15, K_K03

• Informacje ogólne o właściwościach człowieka - operatora • Ludzkie możliwości i ograniczenia • Podstawy psychologii społeczna • Czynniki wpływające na osiągnięcia • Środowisko fizyczne • Zadania wykonywane przez człowieka • Zasady komunikacji międzyludzkiej • Model ludzki • Ryzyko w miejscu pracy

Przekładnie lotnicze	K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U04, K_K01

• Klasyfikacja napędów, charakterystyczne wskaźniki napędów. Zespół napędowy samolotu i śmigłowca. Wymagania stawiane zespołom napędowym, miejsce zabudowy zespołu napędowego w samolotach i śmigłowcach. • Przekładnie mechaniczne jako części składowe zespołów napędowych samolotów i śmigłowców. Schematy kinematyczne złożonych przekładni napędowych. Podział przekładni złożonej na przekładnie proste walcowe, stożkowe i obiegowe jedno i wielodrożne. • Dobór przełożeń przekładni złożonych i poszczególnych stopni przekładni prostych. Wyznaczanie prędkości i momentów obrotowych. • Wybrane zagadnienia z teorii uzębień i zazębień. Dobór podstawowych cech przekładni. • Metody obliczeń wytrzymałościowych zębów kół. Kostrukcja wybranych przekładni napędowych: samolotowych i śmigłowcowych głównych, pośrednich i ogonowych. Konstrukcja zespołów i elementów tych przekładni. • Konstrukcja kół i sposoby łączenia ich z wałami, łożyskowanie i uszczelnianie wałów. • Materiały na części przekładni iich obróbka cieplna. Dokładność wykonania części i zespołów przekładni. Smarowanie przekładni. • Badania stanowiskowe przekładni. • Projekt I. Wykonać projekt przekładni pośredniej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych. dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt II. Wykonać projekt przekładni planetarnej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt III. Wykonać projekt przekładni stożkowej z zębami kołowo-łukowymi. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych. dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt IV. Wykonać projekt istniejącego reduktora i przekładni lotniczej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych. dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu.

Silniki lotnicze i kosmiczne	K_W07, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U15, K_K01, K_K02, K_K04

• Paliwa lotnicze. Wartość opałowa, liczba oktanowa i cetanowa. Spalanie zupełne i niezupełne. Normy emisji spalin • Podział i klasyfikacja napędów lotniczych. Napęd bezpośredni i pośredni – przykłady rozwiązań konstrukcyjnych. Śmigło lotnicze – zasada działania- podstawy, charakterystyka śmigła. Lotnicze silniki tłokowe – kryteria klasyfikacji. Główne parametry silnika tłokowego. Wskaźniki pracy silnika – moc, moment obrotowy, prędkość obrotowa, jednostkowe i godzinowe zużycie paliwa • Schematy konstrukcyjne : silniki rzędowe, przeciwsobne („boxer"), gwiazdowe, widlaste. Główne zespoły konstrukcyjne silnika tłokowego spalinowego- zarys konstrukcji. Kinematyka układu korbowo-tłokowego. Podstawy procesów tworzenia mieszanki paliwowo-powietrznej. Współczynnik nadmiaru powietrza – mieszanka uboga i bogata. Powstawanie siły gazowej. Kadłuby silników. Wał korbowy, korbowód. Układ rozrządu i zawory. Układ zasilania paliwem (gaźnikowy i wtryskowy), układy smarowania, chłodzenia. Układ dolotowy i wylotowy. Obiegi porównawcze silników (Otto, Diesla, Sabathe'a- Sieligera). Silniki czterosuwowe i dwusuwowe. Charakterystyka obrotowa. Zarys systemu eksploatacji lotniczego silnika tłokowego. Doładowanie silników – systemy doładowania, granice możliwości doładowania- silnik wysokościowy, charakterystyki zewnętrzne. Perspektywy rozwojowe silników tłokowych. • Silniki przepływowe. Kryteria klasyfikacji i podział silników przepływowych. Silnik strumieniowy, pulsacyjny, rezonansowy. Silniki jednoprzepływowe i dwuprzepływowe. Silniki turbinowe śmigłowe i śmigłowcowe. Ciąg silnika – źródło ciągu, wyznaczanie ciągu. Sposoby zwiększania ciągu i mocy. Parametry jednostkowe silnika przepływowego. Obieg porównawczy silnika odrzutowego. Rozkład parametrów cieplno-przepływowych w kanale przepływowym silnika. • Charakterystyki wysokościowe, prędkościowe i obrotowe silnika odrzutowego. Warunki i zakresy pracy silnika przepływowego. Zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego i śmigłowego (śmigłowcowego): wlot, sprężarka, komora spalania, turbina, dysza wylotowa, dopalacz, reduktor. • Przegląd wybranych konstrukcji silników odrzutowych. Systemy eksploatacji silników lotniczych. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych, silniki hipersoniczne. • Silniki rakietowe na stały i ciekły materiał pędny. Wytwarzanie ciągu w silnikach rakietowych. Charakterystyki silników rakietowych. Silniki statków kosmicznych – perspektywy rozwoju. Obszary zastosowań silników lotniczych i kosmicznych • 1.Wyznaczanie parametrów atmosfery wzorcowej dla wybranej misji samolotu. 2.Obliczenia podstawowych parametrów silnika tłokowego z zapłonem iskrowym, obieg bez strat. 3.Wyznaczanie parametrów kinematycznych w układzie tłok-korbowód wał korbowy silnika tłokowego, 4.Wyznaczanie parametrów termo-gazodynamicznych w przekrojach kontrolnych silnika odrzutowego, jednoprzepływowego 5.Wyznaczanie ciagu i wymiarowanie silnika przepływowego. Model wyznaczania charakterystyki prędkościowo-wysokościowej silnika • 1.Schematy i przekroje lotniczych silników tłokowych, zespoły konstrukcyjne- zapoznanie. 2.Zdejmowanie charakterystyki mocy silnika tłokowego 3.Rozruch silnika strumieniowego 4.Rozruch silnika pulsacyjnego 5.Rozruch silnika turbinowego (modelarskiego), zdejmowanie charakterystyki obrotowej.

Techniki wytwarzania 1	K_W08, K_U04, K_K01

laminarny i turbulentny, liczba Reynoldsa, termiczna warstwa przyścienna, liczba Prandtla, liczba Nusselta, równania kryterialne; Intensyfikacja wymiany ciepła; Konwekcja swobodna: mechanizm konwekcji swobodnej, liczba Grashofa i Rayleigha, konwekcja swobodna na powierzchni i w przestrzeniach zamkniętych; Przewodzenie: prawo Fouriera, przewodność cieplna, dyfuzyjność cieplna, wpływ budowy materiału, ustalone przewodzenie przez płaską płytę, przenikanie ciepła, opory cieplne, ściana wielowarstwowa; Wymienniki ciepła; Promieniowanie: mechanizm wymiany ciepła przez promieniowanie; ciało doskonale czarne, prawo Stefana-Bltzmanna, prawo Plancka; właściwości ciał, emisyjność, absorbcyjność, refleksyjność, przepuszczalność, wymiana ciepła przez promieniowanie. • Oznaczenia, jednostki, I Zasada Termodynamiki, termiczne równanie stanu. Kaloryczne równanie stanu, średnie ciepło właściwe. Przemiany gazów doskonałych. Obliczanie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej, entalpii i entropii. Mieszaniny gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropy mieszaniny. Obiegi porównawcze silników gazowych. Przemiany powietrza wilgotnego. Podstawowe obliczenia związane ze spalaniem paliw oraz przepływami jednowymiarowymi. • Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. • Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów, wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. • Wyznaczanie wykładnika adiabaty. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. • Pomiar wartości opałowej paliw gazowych.

Współczesne techniki projektowania i badania silników lotniczych	K_W06, K_W07, K_W13, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05

• opanowanie techniki projektowania z wykorzystaniem technik CAD • wykorzystanie technik optycznych, metod badań ultradźwiękowych i wiroprądowych • wykorzystanie technik CAD w projektowaniu zespołowym wybranego podzespołu konstrukcyjnego • opracowanie technologii prowadzenia prac badawczych uszkodzonego elementu silnika • zapoznanie z kierunkami rozwoju przyszłościowych napędów lotniczych

Wychowanie fizyczne 1	K_K01, K_K04

• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • 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).

Wychowanie fizyczne 2	K_K01, K_K04

• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta.Oswojenie ze środowiskiem wodnym, zabawy, nauka prawidłowego sposobu oddychania. • Nauka stylu grzbietowego (pokaz, objaśnienie), leżenie na grzbiecie, poślizg, nauka prawidłowej prac NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego (pokaz, objaśnienie), poślizg na piersiach. Nauka prawidłowej pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu.Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie. Nauka prawidłowej prac RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływackich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływackich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.

Wykład monograficzny	K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04

• Rozwój lotniczych systemów sterowania w ujęciu historycznym • Projekty badawczo-konstrukcyjne powiązane z lotnictwem realizowane na Politechnice Rzeszowskiej w ujęciu historycznym • Pierwszy w Polsce autopilot cyfrowy APC-01 - rozwiązania, stosowane podejścia, właściwości. Jak zmieniały się realia projektowe na przestrzeni lat • BAL - Pierwszy w Polsce system sterowania samolotem bezzałogowym • System pośredniego sterowania dla lekkich samolotów ogólnego stosowania SPS-01. Pierwsza na świecie (?) konstrukcja systemu pośredniego dla samolotu lotnictwa ogólnego. Koncepcja, założenia, właściwości, realizacja • Realizacja projektów badawczych: różne podejścia, różne projekty

Wymiana ciepła	K_W07, K_U07, K_U08, K_K04

• 1. Przewodzenie – prawo Fouriera, współczynnik przewodzenia ciepła. Ustalone przewodzenie przez ścianki płaskie, cylindryczne i kuliste. Opory przewodzenia ciepła 2. Konwekcja – prawo Newtona, współczynnik przejmowania (wnikania) ciepła, opór przejmowania ciepła. Przenikanie ciepła przez ścianki płaskie i cylindryczne, współczynnik przenikania ciepła, opory przenikania ciepła 3. Promieniowanie cieplne –prawo Stefana-Boltzmanna. Całkowite właściwości ciał biorących udział w wymianie ciepła przez promieniowanie. Tożsamość Kirchhoffa, prawo rozkładu energii Plancka, monochromatyczne właściwości ciał, ciało szare, reguła przesunięć Wiena. Współczynnik wymiany ciepła przez promieniowanie hr i jego zależność od temperatury. Przykład obliczenia hr dla dwu współśrodkowych powierzchni cylindrycznych. 4. System przewodząco – konwekcyjny na przykładzie prostego, krótkiego żebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymieniana moc cieplna. Sprawność żebra i jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu żebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe-następstwo rozkładu temperatury, a dalej – rozkładu gęstości płynu w polu sił (najczęściej grawitacyjnym). Przypadek pionowej płyty; rozkład temperatury i prędkości w warstwie przyściennej. Rozwiązanie na wymianę ciepła; rozkład współczynnika przejmowania ciepła hx wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandtla Pr, liczba Rayleigha Rax. Forma przedstawiania rozwiązań dla konwekcji swobodnej 6. Konwekcja wymuszona. Typowe przypadki: opływ płaskiej płyty, przepływ przez rurę (rozkład prędkości i temperatury). Liczby kryterialne: liczba Reynoldsa dla opływów Rex oraz przepływów przez kanały Red, Nu oraz Pr. Wymiar charakterystyczny dla opływów i przepływów przez kanały (średnica hydrauliczna). Pojęcie średniej prędkości przepływu i temperatury w masie płynu w danym, poprzecznym przekroju kanału (definicje). Ogólna forma zależności kryterialnej. Rozbieg hydrauliczny i termiczny; zmiana profilu prędkości i miejscowego współczynnika przejmowania ciepła na odcinkach rozbiegu. Sposób uwzględniania, w zależnościach kryterialnych, rozbiegu i zmiany właściwości płynu wraz ze zmianą temperatury płynu w przekroju. Przykłady zależności kryterialnych uzyskanych teoretycznie i empirycznie 7. Przykład rozwiązania analitycznego dla konwekcji wymuszonej: prosta rurka okrągła, rozwinięty profil prędkości, warunek brzegowy stałej temperatury ścianki (ew. stałego strumienia cieplnego na ściance) 8. Analogie w konwekcji. • Wprowadzenie BHP 1. Przewodzenie przez ściankę płaską – aparat Poensgena 2. Przewodzenie przez ściankę cylindryczną – aparat rurowy 3. Numeryczne modelowanie pól temperatury – metoda bilansów elementarnych 4. Pomiar współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej na rurze 5. Badanie rurowego wymiennika ciepła 6. Sprawdzanie praw promieniowania 7. Zaliczanie ćwiczeń laboratoryjnych

Wyposażenie pokładowe	K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_U08, K_U13, K_K01, K_K04

• Klasyfikacja, właściwości i parametry wyposażenia pokładowego. Instalacja odbioru ciśnień powietrza (OCP). Dajniki ciśnienia całkowitego i statycznego – rurka Pitot'a. Błąd wywołany położeniem dajników ciśnienia, odwadnianie instalacji, elementy grzejne, błędy instalacji OCP. • Pomiar barometrycznej wysokości lotu – zasada działania i budowa, przeznaczenie skali dodatkowej, wpływ gęstości powietrza, wysokość ciśnieniowa, wysokość rzeczywista, międzynarodowa atmosfera wzorcowa, poziom lotu, odczyt wskazań wysokościomierzy trzywskazówkowych, błędy przyrządowe, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Pomiar prędkości lotu względem powietrza – zasada działania i budowa, zależność pomiędzy ciśnieniem dynamicznym i statycznym, definicje prędkości przyrządowej, przyrządowej poprawionej i prędkości rzeczywistej względem powietrza, błędy przyrządowe, wskazania prędkościomierza, znaczenie kolorowych łuków na skali prędkościomierza, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Wariometr – zasada działania i budowa, przeznaczenie, opóźnienie wynikające z zasady działania, pomiar chwilowej prędkości pionowej (VSI), odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota. • Żyroskopy pomiarowe (zasada działania, błędy - precesja) i ich zastosowania w lotniczych przyrządach pokładowych. Twierdzenie Resala. Moment giroskopowy. • Napęd elektryczny oraz pneumatyczny giroskopów. Giroskop o dwóch stopniach swobody. Zakrętomierz i koordynator zakrętu (wpływ prędkości, przedstawienie wskazań, koordynator zakrętu, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, chyłomierz poprzeczny: zasada działania, odczyt wskazań, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • żyroskop całkujący, pion żyroskopowy, sztuczny horyzont (żyroskop o 3 stopniach swobody, zastosowanie i działanie, zobrazowanie i interpretacja wskazań, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • Układy pomiaru kursu: żyroskopowy wskaźnik kursu (zadania i zasada działania, przedstawienie wskazań, używanie wraz z busolą magnetyczną (żyrobusola), mechanizm ustawiania, znoszenie pozorne, ograniczenia użytkowe, źródło zasilania, kontrola sprawności dokonywana przez pilota). • busola magnetyczna (budowa i działanie, ziemskie pole magnetyczne, błędy, środki ostrożności przy przewozie materiałów magnetycznych, kontrola sprawności dokonywana przez pilota), busola żyroindukcyjna. • Przyrządy kontroli pracy silnika: □ Budowa i zasada działania: □ Obrotomierz □ Wskaźnik ciśnienia ładowania □ Wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa □ Wskaźnik ciśnienia i temperatury oleju □ Wskaźnik temperatury głowic i temperatury gazów wylotowych • Wprowadzenie do instalacji energetycznej i elektrycznej samolotu. • Przyrządy ciśnieniowe • Przyrządy żyroskopowe • Odbiornik nawigacji satelitarnej • Klasyczny układ wskazań • Zintegrowany układ wskazań

Wytrzymałość maszyn wirnikowyvch	K_W01, K_W06, K_W09, K_U01, K_U03, K_U08, K_K01, K_K04

• Wiadomości wstępne: Rodzaje maszyn wirnikowych. Siła odśrodkowa w maszynach wirnikowych, siła odśrodkowa przypadająca na jednostkę objętości. Rodzaje obliczeń wytrzymałościowych stosowanych w analizie maszyn wirnikowych. Analiza obciążeń działających na maszynę wirnikową. Obciążenia masowe. Obciążenia termiczne. Obciążenia od naporu napływającego czynnika. Obciążenia działające na tarczę turbiny silnika. • Wirujący krążek jako najprostszy model tarczy turbiny. Równanie różniczkowe równowagi dla wirującej tarczy nienagrzanej o zmiennej grubości wzdłuż promienia. Równania opisujące rozkład naprężeń, i odkształceń w wirującej tarczy. • Przypadki szczególne wirujących tarcz-tarcza o stałej grubości, tarcza z otworem. Tarcza nagrzana niejednorodnym polem temperatur. Analiza naprężeń i odkształceń • Wirująca tarcza o stałej wytrzymałości. • Łopatki turbin silników lotniczych – rodzaje. Obciążenia działające na łopatkę. Rozkład temperatury na powierzchni łopatki • Równania opisujące rozkład naprężeń, i odkształceń w wirującej łopatce. Deformacja promieniowa łopatki. • Sposoby łączenia łopatek i tarczy- uproszczona analiza obciążeń w połączeniu jodełkowym. • Rozkład naprężeń i odkształceń w wirującej tarczy pełnej o stałej grubości-zadania • Rozkład naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w tarczy otworem kołowym- zadania • Przypadki szczególne tarcz. Tarcza o stałej wytrzymałości - zadania • Model wirującej tarczy o stałej i zmiennej grubości z uwzględnieniem niejednorodnego pola temperatur. Wykres naprężeń obwodowych i promieniowych. • Połączenie jodełkowe łopatki z dyskiem turbiny – analiza uproszczona modelu płaskiego - zadania • Analiza naprężeń, odkształceń oraz przemieszczeń łopatki w warunkach wirowania – zadania • Zapoznanie z metodami numerycznymi stosowanymi w konstrukcji maszyn wirnikowych – MES – proste przykłady obliczeniowe. Model numeryczny tarczy. • Wizyta dydaktyczna w zakładach WSK-PZL Rzeszów (wydział remontów silników turbinowych oraz wydział prób i testów silników lotniczych)

Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1	K_W06, K_U08, K_K01

• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia,. Czyste ścinanie. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych.

Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2	K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01

• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfielda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano, wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha. • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych. • Statyczna

próba rozciągania • Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Modelowe badania elastooptyczne • Próba sztywnościowa płatowców

4. Praktyki i staże studenckie

Podstawowym celem praktyki zawodowej jest nabycie umiejętności praktycznych, uzupełniających i pogłębiających wiedzę uzyskaną przez studenta w toku zajęć dydaktycznych na uczelni. Realizacja praktyk stwarza możliwość potwierdzenia i rozwoju kompetencji zawodowych studenta w ramach wybranego kierunku kształcenia i/lub specjalności, zapoznania się z zaawansowanymi rozwiązaniami technicznymi a także uzyskania wiedzy specjalistycznej i umiejętności jej praktycznego zastosowania, uczestniczenia w realizacji konkretnych projektów i rozwiązywaniu rzeczywistych problemów Praktyki zawodowe dają studentom możliwość poznania specyfiki funkcjonowania firmy a także ukształtowania postaw pożądanych przez pracodawców i współpracowników (właściwej organizacji pracy, sumienności i odpowiedzialności za powierzone zadania). Praktyka zawodowa jest traktowana, jako odrębny moduł kształcenia i podlega zaliczeniu. Sposób organizacji praktyki zawodowej określa Zarządzenie Rektora w sprawie zasad organizacji praktyk dla studentów Politechniki Rzeszowskiej. Studenci chcąc poszerzyć swoje doświadczenie zawodowe mogą również odbywać dodatkowe praktyki, w dowolnym wymiarze czasowym. Praktyki dodatkowe mogą być realizowane w trakcie przerwy wakacyjnej.

Wymiar praktyk i staży studenckich został przedstawiony w rozdziale 3 - może być różny w różnych wariantach planu studiów na kierunku Lotnictwo i kosmonautyka.