

Program studiów

Lotnictwo i kosmonautyka pierwszego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki



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 | studia stacjonarne: 8 |
| Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów | 240 |
| Łączna liczba godzin zajęć | studia stacjonarne: 2940 |
| Wymagania wstępne - rekrutacja | wymagania corocznie określone przez Senat PRz |
| Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy | inżynier |
| Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia | <p>Studia na kierunku lotnictwo i kosmonautyka mają przygotować specjalistów o wykształceniu odpowiadającym potrzebom nowoczesnego przemysłu lotniczego oraz gałęzi pokrewnych. Zakres programowy kształcenia absolwentów spełnia kryteria standardów kształcenia, międzynarodowych organizacji lotnictwa cywilnego ICAO i EASA oraz organizacji inżynierskiej FEANI. Jest on zróżnicowany pod względem treści przekazywanej wiedzy i nabytych umiejętności w zależności od specjalności kształcenia, przy czym można wyróżnić dwie grupy tematyczne: samoloty, silniki lotnicze i awionika przygotowujące przede wszystkim konstruktorów, zarządzanie ruchem lotniczym i pilotaż - związane bezpośrednio z personelem lotniczym.</p> <p>Absolwenci studiów I-go stopnia uzyskują tytuł inżyniera kierunku lotnictwo i kosmonautyka. Posiadają oni gruntowną wiedzę, umiejętności i kompetencje w zakresie analizy, projektowania i konstrukcji urządzeń awionicznych, samolotów i silników lotniczych. Studenci specjalności pilotaż dodatkowo otrzymują wiedzę i umiejętności z zakresu pilotażu statków powietrznych a studenci zarządzania ruchem lotniczym, przygotowanie do zawiadywania operacjami lotniczymi. Dzięki tej wiedzy posiadają umiejętności predysponujące ich do pracy zarówno w jednostkach projektowych pod kierunkiem doświadczonych menadżerów jak również przy obsłudze i nadzorze produkcji. Absolwenci uzyskują przygotowanie do pracy inżynierskiej związanej z wybraną tematyką w zakresie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • awioniki, • samolotów, • silników lotniczych, • pilotażu, • zarządzania ruchem lotniczym. <p>Absolwenci bloku tematycznego samoloty zdobywają te umiejętności dzięki wprowadzeniu przedmiotów specjalnościowych takich jak: metoda elementów skończonych, technologia samolotu, projektowanie i konstrukcja samolotów, badania konstrukcji lotniczych, mechanika lotu, śmigła, obejmujących zarówno wykłady jak również laboratoria, projekty i ćwiczenia w wymiarze ok. 55% wszystkich godzin dydaktycznych. Predysponuje ich to do pracy w nadzorze technologicznym, projektowaniu samolotów oraz nadzorze nad ich eksploatacją.</p> <p>Absolwenci awioniki zdobywają niezbędne umiejętności dzięki prowadzeniu przedmiotów specjalistycznych: pokładowe systemy sterowania, przyrządy pokładowe, sterowanie zespołami napędowymi, urządzenia radiowe, instalacje pokładowe czy lotnicze układy pomiarowe, przekazywane przede wszystkim w formie ćwiczeń laboratoryjnych i projektowych (55% zajęć). Przygotowani są oni do projektowania, eksploatacji i obsługi urządzeń awionicznych samolotu i infrastruktury naziemnej.</p> <p>Absolwenci bloku silniki lotnicze stosowną wiedzę i umiejętności zdobywają dzięki słuchaniu wykładów, wykonywaniu ćwiczeń laboratoryjnych i projektowych z przedmiotów : materiałoznawstwo lotnicze, MES, konstrukcja silników i przekładni lotniczych, teoria maszyn wirnikowych, projektowanie i badania silników lotniczych oraz ich technologia, dynamika gazów. Warto tu również zwrócić uwagę na szerokie wykorzystywanie technik komputerowych w projektowaniu i wizualizacji pracy silników. Aplikacja tej wiedzy pozwala absolwentom na rozwijanie swoich umiejętności w zakresie projektowania elementów silników lotniczych.</p> |

Absolwenci pilotażu, oprócz umiejętności inżynierskich są przygotowani do zawodu pilota cywilnego, zgodnie ze standardami Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego (ICAO) oraz wymaganiami EASA. Posiadają również wiedzę ogólną oraz wiedzę kierunkową stosowaną do stopnia ukończenia studiów jak również umiejętności pilotażowe odpowiadające kwalifikacjom pilota zawodowego – licencja CPL(A).

Absolwenci zarządzania ruchem lotniczym to inżynierowie przygotowani teoretycznie i praktycznie do wykonywania zawodu kontrolera lotów zgodnie z aktualnymi standardami prawa lotniczego. Posiadają wiedzę i umiejętności umożliwiającą przystąpienie do państwowego egzaminu do licencji kontrolera ruchu lotniczego.

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 w lotnictwie i kosmonautyce | P6S_WG |
| K_W03 | ma podstawową wiedzę w zakresie informatyki dotyczącą przetwarzania informacji, algorytmiki i programowania, elementów sprzętowych i programowych systemów mikrokomputerowych oraz opisu właściwości systemów dynamicznych, podstaw teorii sterowania i automatyki | P6S_WG |
| K_W04 | posiada podstawową uporządkowaną wiedzę w zakresie elektrotechniki obejmującą podstawowe zasady, metody pomiarowe, maszyny elektryczne i elementy obwodów elektrycznych oraz wiedzę z zakresu elektroniki dotyczącą elementów oraz układów elektronicznych stosowanych w lotnictwie i kosmonautyce | P6S_WG |
| K_W05 | ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą zasad projektowania elementów i systemów lotniczych i kosmicznych z uwzględnieniem zasad rysunku technicznego oraz technik komputerowego wspomagania projektowania | 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 i kosmonautyce | P6S_WG |
| K_W07 | ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu termodynamiki i mechaniki płynów pozwalającą opisywać i modelować zjawiska fizyczne, w tym procesy wymiany ciepła 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 i kosmonautyce | P6S_WG |
| K_W09 | ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu napędów statków lotniczych i kosmicznych obejmującą projektowanie oraz zasady działania | P6S_WG |
| K_W10 | posiada uporządkowaną podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie wyposażenie pokładowego, instalacji pokładowych oraz systemów sterowania i zarządzania ruchem aparatów latających w atmosferze i w kosmosie oraz wiedzę z zakresu segmentów naziemnych i kosmicznych | P6S_WG |
| K_W11 | posiada uporządkowaną podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki lotu, aerodynamiki i mechaniki orbitalnej oraz zasad projektowania i użytkowania obiektów latających | P6S_WG |
| K_W12 | orientuje się w obecnym stanie wiedzy oraz podstawowych trendach rozwojowych w obszarze lotnictwa i kosmonautyki | P6S_WK |
| K_W13 | posiada podstawową wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów lotniczych i kosmicznych oraz metodach planowania i nadzorowania zadań obsługowych dla zapewnienia ich prawidłowej i niezawodnej eksploatacji | P6S_WK |
| K_W14 | ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych warunkowań działalności inżynierskiej; zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz zasady projektowania i eksploatacji obowiązujące w lotnictwie i kosmonautyce | P6S_WK |
| K_W15 | ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania w branży lotniczej i kosmicznej, 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 | 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, urządzeń i systemów lotniczych i kosmicznych, dostrzegać uwarunkowania zewnętrzne i aspekty pozatechniczne | P6S_UW |

| | | |
|-------|--|--------|
| K_U12 | potrafi korzystać z dokumentacji technicznej oraz dokonywać analizy i oceny właściwości urządzeń, instalacji i systemów do zastosowania w lotnictwie i kosmonautyce | P6S_UW |
| K_U13 | potrafi planować i przeprowadzić badania stosowanych w lotnictwie i kosmonautyce urządzeń, przyrządów, systemów lub ich części oraz diagnozować przyczyny wykrytych nieprawidłowości | P6S_UW |
| K_U14 | potrafi opracować specyfikację nieskomplikowanych urządzeń lub systemów stosowanych w lotnictwie, obejmującą podstawowe parametry funkcjonalne | P6S_UW |
| K_U16 | potrafi opracować projekt urządzenia, instalacji lub systemu stosowanego w lotnictwie i kosmonautyce, zgodnie z zadaną specyfikacją, przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi. | P6S_UW |
| K_U17 | potrafi sformułować algorytm i opracować oprogramowanie lub fragment oprogramowania stosownie do postawionego problemu | P6S_UW |
| K_U18 | ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną, potrafi podporządkować się zasadom pracy w zespole, potrafi określić priorytety służące realizacji postawionego zadania | P6S_UO |
| K_K01 | rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się - podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych | P6S_KK |
| K_K03 | ma świadomość ważności zachowania się w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej | P6S_KR |
| K_K05 | potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy | P6S_KO |
| K_K06 | rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu informacji o osiągnięciach i wyzwaniach nauki i techniki oraz uczestnictwa w działaniach na rzecz interesu publicznego | P6S_KO |
| K_K07 | jest gotów do podjęcia pracy w przemyśle lotniczym i kosmicznym, mając świadomość zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w tej branży | P6S_KO |
| K_K08 | jest przygotowany do oceny przydatności rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązywania zadań inżynierskich i otwarty na wiedzę ekspertów | 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, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich..

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się z 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. rozwinięciu 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 na stronie internetowej wydziału. Karty modułów zajęć stanowią integralną część programu studiów.

3. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe

3.1 Przedmioty wspólne dla kierunku, niezależne od wyboru studentów

| Semestr | Jedn. | Nazwa zajęć | Wykład | Ćwiczenia/ Lektorat | Laboratorium | Projekt/ Seminarium | Suma godzin | Punkty ECTS | Egzamin | Oblig. |
|---------|-------|---|--------|------------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|---------|---|
| 1 | ZB | Czynnik ludzki w technice | 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 | 0 | 15 | 0 | 45 | 4 | N |  |
| 1 | ML | Historia techniki lotniczej | 45 | 0 | 0 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 1 | FB | Matematyka 1 | 45 | 30 | 0 | 0 | 75 | 7 | T |  |
| 1 | MD | Ochrona środowiska | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 2 | N | |
| 1 | MT | Ochrona własności intelektualnej | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 1 | N | |
| 1 | MI | Technologia informacyjna | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | 3 | N |  |
| 2 | MC | Fizyka 2 | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 4 | N | |
| 2 | MK | Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2 | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 2 | MI | Informatyka | 15 | 0 | 45 | 0 | 60 | 4 | N | |
| 2 | FB | Matematyka 2 | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 5 | T |  |
| 2 | MC | Materiały inżynierskie | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 2 | MA | Mechanika ogólna 1 | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 6 | T |  |
| 2 | ED | Podstawy elektrotechniki | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 2 | ML | Zarys techniki lotniczej | 30 | 0 | 0 | 15 | 45 | 3 | N | |
| 3 | DJ | Język obcy 1 | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 2 | N |  |
| 3 | FB | Matematyka 3 | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 3 | MA | Mechanika ogólna 2 | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 4 | T | |
| 3 | ML | Mechanika płynów | 30 | 15 | 15 | 0 | 60 | 4 | N | |
| 3 | ML | Modelowanie przestrzenne | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 2 | 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 | 30 | 15 | 15 | 0 | 60 | 5 | T | |

| | | | | | | | | | | |
|---|----|--|----|----|----|----|----|----|---|--|
| 3 | DL | 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 | ML | 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 | 30 | 15 | 0 | 75 | 4 | N | |
| 4 | MK | Podstawy konstrukcji maszyn (S+C+Z) | 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 | DL | 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 | |
| 4 | ML | Zarys techniki kosmicznej | 15 | 0 | 0 | 15 | 30 | 2 | N | |
| 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 | MX | Praktyka produkcyjna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | N | |
| 5 | MT | Technologia lotnicza | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 2 | N | |
| 6 | DJ | Język obcy 4 | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 3 | T | |
| 6 | MI | Trwałość urządzeń awioniki | 15 | 0 | 0 | 30 | 45 | 2 | N | |
| 7 | MF | Wybrane zagadnienia MTO | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 4 | N | |
| 8 | MI | Praca dyplomowa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 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 | 2 | N | |
| 8 | MI | Wybrane zagadnienia optymalizacji w lotnictwie | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 4 | N | |

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

3.2 Wykaz bloków tematycznych do wyboru

- Awionika
- Pilotaż
- Samoloty
- Silniki lotnicze
- Zarządzanie ruchem lotniczym

3.2.1. Blok tematyczny: Awionika

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

| Semestr | Jedn. | Nazwa zajęć | Wykład | Ćwiczenia/ Lektorat | Laboratorium | Projekt/ Seminarium | Suma godzin | Punkty ECTS | Egzamin | Oblig. |
|---------|-------|--|--------|------------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|---------|--------|
| 5 | MI | Metrologia | 15 | 15 | 15 | 0 | 45 | 2 | N | |
| 5 | MI | Mikroprocesory i układy programowalne | 30 | 0 | 30 | 15 | 75 | 4 | N | |
| 5 | MI | Pokładowe systemy sterowania 1 | 30 | 15 | 30 | 15 | 90 | 5 | T | |
| 5 | MI | Teoria sterowania | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 2 | N | |
| 5 | MI | Wyposażenie pokładowe 2 | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | T | |
| 6 | MI | Informacyjne systemy awioniki | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 4 | N | |
| 6 | MI | Instalacje pokładowe 1 | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 4 | T | |
| 6 | MI | Niezawodność i diagnostyka urządzeń awioniki | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 6 | MI | Pokładowe systemy sterowania 2 | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 3 | N | |
| 6 | MI | Przyrządy pokładowe | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 3 | N | |
| 6 | MI | Sterowanie zespołami napędowymi | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | T | |
| 6 | MI | Urządzenia radiowe | 30 | 0 | 45 | 0 | 75 | 5 | T | |
| 7 | ML | Eksploatacja statków latających | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 2 | N | |
| 7 | MI | Instalacje pokładowe 2 | 15 | 0 | 30 | 45 | 90 | 6 | T | |
| 7 | MI | Lotnicze układy pomiarowe | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 7 | MI | Niezawodność i diagnostyka urządzeń awioniki | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 5 | N | |

| | | | | | | | | | | |
|---|----|---------------------------|----|----|----|----|----|---|---|--|
| 7 | MI | Prawo i przepisy lotnicze | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | 3 | N | |
| 7 | MI | Technika eksperymentu | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 7 | MI | Technika symulacji lotu | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 5 | N | |
| 8 | MI | Seminarium dyplomowe | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 4 | N | |

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

| 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 | Język 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 | Język 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 | Język 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 | Język 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 | |

Parametry programu studiów

| | |
|--|-----------|
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia. | 136 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów. | 172 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne. | 7 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru. | 95 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże). | 5 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. |

Metody 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 weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

| | |
|---|----|
| 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 | 3 |

| | |
|---|--------|
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej | 29 |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej | 6 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń | 528 |
| Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu | 51 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej | 37 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej | 32 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych) | 243 |
| Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych 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 | 14 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych | 118.50 |
| 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 | 12 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji | 378 |
| Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu | 24 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych | 177 |

3.2.2. Blok tematyczny: Pilotaż

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

| Semestr | Jedn. | Nazwa zajęć | Wykład | Ćwiczenia/ Lektorat | Laboratorium | Projekt/ Seminarium | Suma godzin | Punkty ECTS | Egzamin | Oblig. |
|---------|-------|---|--------|------------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|---------|---|
| 4 | MI | Meteorologia 1 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 2 | N |  |
| 4 | MI | Nawigacja 1 | 15 | 15 | 0 | 0 | 30 | 2 | N |  |
| 4 | MI | Prawo lotnicze i przepisy 1 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 1 | N | |
| 4 | MI | Przygotowanie do lotów 1 | 0 | 15 | 0 | 0 | 15 | 2 | N |  |
| 4 | MI | Wybrane zagadnienia pilotażowe | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 4 | MI | Łączność lotnicza 1 | 0 | 15 | 0 | 0 | 15 | 1 | N | |
| 5 | MI | Instalacje pokładowe | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 4 | T | |
| 5 | ML | Konstrukcja i osiągi samolotu 1 | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 3 | N |  |
| 5 | MI | Meteorologia 2 | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 5 | MI | Metrologia [C] | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 3 | N | |
| 5 | MI | Nawigacja 2 | 15 | 30 | 0 | 0 | 45 | 4 | T | |
| 5 | MZ | Przygotowanie do lotów 2 | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 3 | N |  |
| 5 | MZ | Szkolenie praktyczne 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | N | |
| 5 | DL | Trening kondycyjny 1 | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 0 | N |  |
| 6 | MI | Fizjologia i psychologia lotnicza | 15 | 15 | 0 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 6 | ML | Konstrukcja i osiągi samolotu 2 | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 4 | T |  |
| 6 | MI | Prawo lotnicze i przepisy 2 | 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 | DL | Trening kondycyjny 2 | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 0 | N |  |
| 6 | MI | Wyposażenie radiowe | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 4 | T | |
| 6 | MI | Łączność lotnicza 2 | 0 | 30 | 0 | 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 | 1 | 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 3 | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 7 | MI | Przygotowanie do lotów 4 | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 2 | N |  |
| 7 | ML | Silniki lotnicze | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 2 | N | |
| 7 | MZ | Szkolenie praktyczne 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | N | |
| 7 | DL | Trening kondycyjny 3 | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 0 | N |  |
| 7 | ML | Wytrzymałość konstrukcji lotniczych (C) | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 4 | N | |
| 7 | MI | Łączność lotnicza 3 | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 2 | 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 | MI | Seminarium dyplomowe | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 4 | N | |
| 8 | DL | Trening kondycyjny 4 | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 0 | N | |

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

| 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 | Język 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 | Język 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 | Język 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 | Język 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 | |

Parametry programu studiów

| | |
|--|-----------|
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia. | 132 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów. | 167 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne. | 7 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru. | 110 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego. | 9 ECTS |
| Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego. | 180 godz. |

Metody 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 weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

| | |
|---|----|
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin | 18 |
| 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 | 30 |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej | 7 |

| | |
|---|-------|
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń | 530 |
| Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu | 64 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej | 43 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej | 10 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych) | 259 |
| 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 | 10 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych | 72.50 |
| Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu | 5 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji | 148 |
| Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu | 25 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych | 190 |

3.2.3. Blok tematyczny: Samoloty

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

| Semestr | Jedn. | Nazwa zajęć | Wykład | Ćwiczenia/ Lektorat | Laboratorium | Projekt/ Seminarium | Suma godzin | Punkty ECTS | Egzamin | Oblig. |
|---------|-------|--|--------|------------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|---------|---|
| 4 | MK | Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B) | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 4 | N |  |
| 5 | ML | Aerodynamika 2 | 15 | 15 | 0 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 5 | ML | Metoda elementów skończonych | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 2 | N | |
| 5 | MK | Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B) | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 4 | T | |
| 5 | ML | Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych | 0 | 0 | 0 | 45 | 45 | 2 | N | |
| 5 | MG | Techniki wytwarzania 2 | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 6 | MA | Dynamika maszyn | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 6 | ML | Budowa silników lotniczych i kosmicznych | 30 | 15 | 15 | 0 | 60 | 4 | N | |
| 6 | ML | Konstrukcja samolotu 2 | 30 | 0 | 30 | 30 | 90 | 7 | T | |
| 6 | ML | Mechanika lotu 2 | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 6 | T | |
| 6 | ML | Metoda elementów skończonych | 0 | 0 | 30 | 0 | 30 | 1 | N | |
| 6 | ML | Śmigła i wiroplaty | 30 | 0 | 0 | 15 | 45 | 4 | N | |
| 6 | MP | Technologia samolotu | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 7 | ML | Badania konstrukcji lotniczych | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 7 | ML | Eksplatacja statków latających | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 2 | N | |
| 7 | ML | Komputerowe wspomaganie projektowania samolotu | 15 | 0 | 0 | 30 | 45 | 2 | N | |
| 7 | ML | Metody numeryczne w mechanice płynów | 15 | 0 | 45 | 0 | 60 | 4 | N | |
| 7 | ML | Projektowanie samolotu | 30 | 0 | 0 | 45 | 75 | 6 | T | |
| 7 | ML | Wybrane zagadnienia z aeroelastyczności | 15 | 0 | 0 | 15 | 30 | 2 | T | |
| 7 | ML | Wytrzymałość konstrukcji lotniczych | 30 | 15 | 0 | 15 | 60 | 6 | T | |
| 8 | ML | Praca dyplomowa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | N | |
| 8 | ML | Seminarium dyplomowe | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 4 | N | |

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

| 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 | Język 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 | Język 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 | Język 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 | Język 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 |

Parametry programu studiów

| | |
|--|-----------|
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia. | 134 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów. | 168 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne. | 7 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru. | 95 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże). | 5 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. |

Metody 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 weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

| | |
|--|-------|
| 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 | 4 |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej | 22 |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej | 8 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń | 479 |
| Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu | 52 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej | 36 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej | 16 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych) | 237 |
| Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria) | 27 |
| Liczba laboratoriów, w których osiągnięte 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 | 86.50 |

| | |
|---|--------|
| 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 | 14 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji | 285.50 |
| Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu | 28 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych | 195 |

3.2.4. Blok tematyczny: Silniki lotnicze

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

| Semestr | Jedn. | Nazwa zajęć | Wykład | Ćwiczenia/ Lektorat | Laboratorium | Projekt/ Seminarium | Suma godzin | Punkty ECTS | Egzamin | Oblig. |
|---------|-------|--|--------|------------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|---------|--------|
| 4 | MK | Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B) | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 4 | N | |
| 5 | ML | Aerodynamika 2 | 15 | 15 | 0 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 5 | ML | Metoda elementów skończonych | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 2 | N | |
| 5 | MK | Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B) | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 4 | T | |
| 5 | ML | Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych | 0 | 0 | 0 | 45 | 45 | 2 | N | |
| 5 | MG | Techniki wytwarzania 2 | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 5 | ML | Teoria silników lotniczych | 30 | 15 | 15 | 0 | 60 | 4 | T | |
| 6 | MA | Dynamika maszyn | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 6 | ML | Konstrukcja samolotów | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 3 | N | |
| 6 | ML | Konstrukcja silników lotniczych | 45 | 0 | 15 | 30 | 90 | 5 | T | |
| 6 | ML | Metoda elementów skończonych | 0 | 0 | 30 | 0 | 30 | 1 | N | |
| 6 | ML | Napędy kosmiczne | 0 | 0 | 0 | 15 | 15 | 2 | N | |
| 6 | MK | Przekładnie lotnicze | 15 | 0 | 0 | 30 | 45 | 4 | N | |
| 6 | MT | Technologia silników lotniczych | 15 | 0 | 0 | 15 | 30 | 3 | N | |
| 6 | ML | Teoria maszyn przepływowych | 30 | 0 | 0 | 15 | 45 | 4 | T | |
| 6 | MD | Wymiana ciepła | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 7 | ML | Badania silników lotniczych | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 7 | ML | Eksploatacja statków latających | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 2 | N | |
| 7 | ML | Lotnicze silniki tłokowe | 15 | 0 | 15 | 15 | 45 | 4 | N | |
| 7 | ML | Metody numeryczne w mechanice płynów | 15 | 0 | 45 | 0 | 60 | 4 | N | |
| 7 | MI | Osprzęt i sterowanie silnika | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 7 | ML | Projektowanie i dobór zespołu napędowego | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 7 | ML | Projektowanie silników lotniczych | 30 | 0 | 15 | 30 | 75 | 5 | T | |
| 7 | ML | Wytrzymałość maszyn wirnikowych | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 4 | T | |
| 8 | ML | Praca dyplomowa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | N | |
| 8 | ML | Seminarium dyplomowe | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 4 | N | |

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

| Semestr | Jedn. | Nazwa zajęć | Wykład | Ćwiczenia/ Lektorat | Laboratorium | Projekt/ Seminarium | Suma godzin | Punkty ECTS | Egzamin | Oblig. |
|---------|-------|---|--------|------------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|---------|--------|
| 1 | ZB | Czynnik ludzki w technice | 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 | 0 | 15 | 0 | 45 | 4 | N | |
| 1 | ML | Historia techniki lotniczej | 45 | 0 | 0 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 1 | FB | Matematyka 1 | 45 | 30 | 0 | 0 | 75 | 7 | T | |
| 1 | MD | Ochrona środowiska | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 2 | N | |
| 1 | MT | Ochrona własności intelektualnej | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 1 | N | |
| 1 | MI | Technologia informacyjna | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | 3 | N | |
| 2 | MC | Fizyka 2 | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 4 | N | |
| 2 | MK | Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2 | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 2 | MI | Informatyka | 15 | 0 | 45 | 0 | 60 | 4 | N | |
| 2 | FB | Matematyka 2 | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 5 | T | |
| 2 | MC | Materiały inżynierskie | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 2 | MA | Mechanika ogólna 1 | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 6 | T | |
| 2 | ED | Podstawy elektrotechniki | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |

| | | | | | | | | | | |
|---|----|--|----|----|----|----|----|---|---|---|
| 2 | ML | Zarys techniki lotniczej | 30 | 0 | 0 | 15 | 45 | 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 | Język 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 | FB | Matematyka 3 | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 3 | MA | Mechanika ogólna 2 | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 4 | T | |
| 3 | ML | Mechanika płynów | 30 | 15 | 15 | 0 | 60 | 4 | N | |
| 3 | ML | Modelowanie przestrzenne | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 2 | 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 | 30 | 15 | 15 | 0 | 60 | 5 | T | |
| 3 | DL | 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 | ML | 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 | Język 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 | 30 | 15 | 0 | 75 | 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 | DL | 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 | |
| 4 | ML | Zarys techniki kosmicznej | 15 | 0 | 0 | 15 | 30 | 2 | N | |
| 5 | ML | Aerodynamika 2 | 15 | 15 | 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 | Język 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 | ML | Mechanika lotu 1 | 30 | 30 | 15 | 0 | 75 | 5 | T | |
| 5 | ML | Metoda elementów skończonych | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 2 | N | |
| 5 | MK | Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B) | 30 | 0 | 0 | 30 | 60 | 4 | T | |
| 5 | MX | Praktyka produkcyjna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | N | |
| 5 | ML | Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych | 0 | 0 | 0 | 45 | 45 | 2 | N | |
| 5 | MG | Techniki wytwarzania 2 | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N | |
| 5 | MT | Technologia lotnicza | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 2 | N | |
| 5 | ML | Teoria silników lotniczych | 30 | 15 | 15 | 0 | 60 | 4 | T | |
| 6 | MA | Dynamika maszyn | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | 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 | Język 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 | 45 | 0 | 15 | 30 | 90 | 5 | T |
| 6 | ML | Metoda elementów skończonych | 0 | 0 | 30 | 0 | 30 | 1 | N |
| 6 | ML | Napędy kosmiczne | 0 | 0 | 0 | 15 | 15 | 2 | N |
| 6 | MK | Przekładnie lotnicze | 15 | 0 | 0 | 30 | 45 | 4 | N |
| 6 | MT | Technologia silników lotniczych | 15 | 0 | 0 | 15 | 30 | 3 | N |
| 6 | ML | Teoria maszyn przepływowych | 30 | 0 | 0 | 15 | 45 | 4 | T |
| 6 | MD | Wymiana ciepła | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N |
| 7 | ML | Badania silników lotniczych | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 3 | N |
| 7 | ML | Eksploatacja statków latających | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 2 | N |
| 7 | ML | Lotnicze silniki tłokowe | 15 | 0 | 15 | 15 | 45 | 4 | N |
| 7 | ML | Metody numeryczne w mechanice płynów | 15 | 0 | 45 | 0 | 60 | 4 | N |
| 7 | MI | Osprzęt i sterowanie silnika | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N |
| 7 | ML | Projektowanie i dobór zespołu napędowego | 15 | 0 | 15 | 0 | 30 | 2 | N |
| 7 | ML | Projektowanie silników lotniczych | 30 | 0 | 15 | 30 | 75 | 5 | T |
| 7 | MF | Wybrane zagadnienia MTO | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 4 | N |
| 7 | ML | Wytrzymałość maszyn wirnikowych | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 4 | T |
| 8 | ML | Praca dyplomowa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | N |
| 8 | MI | Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 2 | N |
| 8 | ML | Seminarium dyplomowe | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 4 | N |
| 8 | MI | Wykład monograficzny | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 4 | N |
| 8 | ML | Zarządzanie projektami lotniczymi i kosmicznymi | 15 | 0 | 0 | 30 | 45 | 5 | N |

Parametry programu studiów

| | |
|--|-----------|
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia. | 136 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów. | 168 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne. | 7 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru. | 101 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże). | 5 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. |

Metody 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 weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

| | |
|--|--------|
| 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 | 28.50 |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej | 7 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń | 843.12 |
| Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu | 54 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej | 41 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej | 21 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych) | 226 |
| Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria) | 30 |

| | |
|---|--------|
| Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru | 16 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych | 91.50 |
| 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 | 15 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji | 383 |
| Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu | 34 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych | 270.17 |

3.2.5. Blok tematyczny: Zarządzanie ruchem lotniczym

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

| Semestr | Jedn. | Nazwa zajęć | Wykład | Ćwiczenia/ Lektorat | Laboratorium | Projekt/ Seminarium | Suma godzin | Punkty ECTS | Egzamin | Oblig. |
|---------|-------|---|--------|------------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|---------|--------|
| 5 | MI | Lotniska | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | T | |
| 5 | MI | Meteorologia (Z) | 15 | 0 | 30 | 0 | 45 | 5 | T | |
| 6 | MI | Przyrządy pokładowe (Z) | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 5 | N | |
| 6 | ML | Statki powietrzne | 45 | 30 | 0 | 0 | 75 | 6 | N | |
| 6 | MI | Telekomunikacja | 30 | 0 | 30 | 0 | 60 | 5 | N | |
| 6 | MI | Urządzenia i systemy | 30 | 0 | 30 | 15 | 75 | 6 | T | |
| 6 | MI | Zarządzanie ruchem lotniczym | 30 | 0 | 30 | 0 | 60 | 5 | T | |
| 7 | MI | Diagnostyka i niezawodność | 30 | 15 | 15 | 0 | 60 | 5 | N | |
| 7 | MI | Modelowanie ruchu lotniczego | 30 | 0 | 30 | 15 | 75 | 6 | T | |
| 7 | MI | Nawigacja (Z) | 30 | 15 | 15 | 0 | 60 | 5 | T | |
| 7 | MI | Prawo lotnicze (Z) | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | 2 | T | |
| 7 | MI | Transport powietrzny | 30 | 30 | 0 | 15 | 75 | 5 | N | |
| 7 | MI | Układy sterowania lotem | 30 | 0 | 15 | 0 | 45 | 3 | N | |
| 8 | ML | Optymalizacja ruchu lotniczego | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 3 | N | |
| 8 | MI | Praca dyplomowa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | N | |
| 8 | MI | Przedmiot hum. -psychologia lotnicza | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 1 | N | |
| 8 | MI | Seminarium dyplomowe | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 4 | N | |
| 8 | MI | Sytuacje anormalne i awaryjne | 30 | 0 | 30 | 0 | 60 | 3 | T | |
| 8 | ML | Zarządzanie przedsiębiorstwem lotniczym | 15 | 15 | 0 | 15 | 45 | 4 | N | |

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

| 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 | Język 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 | Język 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 | Język 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 | Język 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 |

Parametry programu studiów

| | |
|--|-----------|
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia. | 133 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów. | 149 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne. | 7 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru. | 100 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże). | 5 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. |

Metody 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 weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

| | |
|---|--------|
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin | 19 |
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej | 11 |
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej | 7 |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej | 26 |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej | 12 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń | 498 |
| Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu | 45 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej | 34 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej | 16 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych) | 228 |
| Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria) | 30 |
| Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru | 15 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych | 129.50 |
| 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 | 173 |
| Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu | 31 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych | 299 |

3.3 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 na stronie wydziału.

| | |
|--|---------------------|
| Dynamika maszyn | K_W06, K_U08, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wprowadzające. Drgania mechaniczne - pojęcia podstawowe. Kinematyka drgań. • Rodzaje wymuszeń. Podstawy modelowania układów drgających. Charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia. Drgania wzdluzne, skretne i giętnie. • Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-nym stopniu swobody. Położenie równowagi statycznej. Dynamiczne równania ruchu, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstotliwość. Przebieg ruchu na płaszczyźnie fazowej. Energetyczna metoda wyznaczania częstości własnej. Drgania swobodne tłumione, logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania | |

wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka amplitudowo-częstościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy. Wymuszenie kinematyczne. Przykłady. • Wibroizolacja czynna i bierna. • Drgania wzdluzne układu dyskretne go o 2-ch stopniach swobody, częstość własne, widmo częstości własnych, formy własne, drgania swobodne i wymuszone, strefy rezonansu, bezpieczne strefy pracy, tłumik dynamiczny drgań. Drgania skretn e. • Drgania samowz budne, przykłady. Opis drgań samowz budnych na przykladzie flatteru skrzydła samolotu. • Dynamika maszyn wirnikowych, prędkości krytyczne, samocentrowanie wirnika, wyważanie wirników. • Pojęcia podstawowe teorii maszyn i mechanizmów. Mechanizmy, struktura, człon y, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot. • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich. • Mechanizmy zębate, mechanizm planetarny, mechanizm różnicowy, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy. Kinematyka przekładni obiegowej. Zasada Willis a. Kinematyka mechanizmu różnicowego. • Zasada równowagi kinetostatycznej, reakcje w parach kinematycznych. Redukcja mas i sił, model dynamiczny ruchu mechanizmu. Równania Lagrange'a. Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, dynamika przekładni obiegowej. • Pomiar drgań. • Kinematyka drgań. • Drgania swobodne. • Drgania wymuszone. • Bezkontaktowy pomiar drgań. • Numeryczna analiza częstotliwościowa. • Kinematyka przekładni obiegowych. • Dynamika przekładni obiegowych.

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 Riegels a). Charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Wpływ mechanizacji na charakterystyki aerodynamiczne profilu: kłapa, slot, kłapa szczelinowa. Wpływ ściśliwości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtl a-Glauerta. • Profil o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu brzegowego do wyznaczania opływu profili pojedynczych i ich ukł adów. 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-Tsien a • Warstwa warstwa przyścienne na profilu: Metoda Thwaitesa dla laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej. Metoda Head a dla turbulentnej warstwy przyściennej. Ślad aerodynamiczny profilu: Metoda Jones a dla wyznaczania oporu profilowego. Odsysanie warstwy przyściennej. Sterowanie cyrkulacją na profilu, efekt Coandy. Wpływ turbulizatorów, zabrudzeń powierzchni i obł odzenia 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 C_z , C_x . 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, przeciagnięcie dynamiczne • Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu. Porównanie wyników metody panelowej z danymi doświadczalnymi. • Pomiar oporu profilowego metodą impulsową: zastosowanie pomiaru metody Jones a do wyznaczania oporu profilu. • Wizualizacja opływu profili lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z kłapą 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_W07, K_U01, K_K01

• Pojęcie 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 wzdluz 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 Laval a. Możliwe przypadki przepływu przez dysze de Laval a. Przepływ przez kanał o stałym przekroju. Zależności parametrów termodynamicznych od liczby Macha. • Fale uderzeniowe: prostopadła fala uderzeniowa, skośna fala uderzeniowa, fala rozrzedzeniowa. Biegunowa fala w płaszczyźnie 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

Aerodynamika 2 K_W11, K_W12, K_U01, K_U07, K_K01, K_K06

• 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. Ukł ady 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 kanał. Przekrój krytyczny. Klasyfikacja przepływów: przepływy podkrytyczne i nadkrytyczne. Dysza de Laval a. Prędkość wypływu z dyszy. Stany pracy dyszy. Ciąg silnika rakietowego. Pomiar prędkości przepływu z uwzględnieniem ściśliwości. Liczby: Macha i de Laval a. Związek między nimi. Pomiar prędkości sondą zakresie poddźwiękowym. • Przepływy ściśliwe II:Peine 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. Przeształcenie afiniczne. Poprawka Prandtl a-Glauerta. Krytyczna liczba Macha dla profilu. Wpływ ściśliwości na charakterystyki aerodynamiczne profilu i płata w zakresie przepływów podkrytycznych i transonicznych. Poprawka von Kármána-Tsien a. • 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. Techniki 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 pół” Whitcoma. Bryła o minimalnym oporze falowym. • Przepływy ściśliwe V: Przepływy hipersoniczne: Hipersoniczna fala uderzeniowa. Warstwa uderzeniowa. Teoria Newtona-Leesa dla przepływów hipersonicznych. Aerodynamiczne nagrzewanie ciał. Ukł ady aerodynamiczne hipersonicznych obiektów latających.

Badania konstrukcji lotniczych K_W06, K_W11, K_W12, K_U18, K_K08

• 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 mechanicznej. • DOŚWIADCZALNE METODY ANALIZY NAPRĘŻEŃ I ODKSZTAŁCEN 1. Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia. 2. Tensometria. 3. Metody światła spolaryzowanego. 4. Inne metody.

Badania silników lotniczych K_W08, K_U04, K_K01

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 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_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 silników lotniczych i kosmicznych | K_W07, K_W08, K_W09, K_W14, K_U02, K_U07, K_U08, K_U09, K_U12, K_U13, K_U18, K_K01, K_K03, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Lotnicze silniki tłokowe – przegląd i klasyfikacja. Omówienie obiegów silnika porównawczego i rzeczywistego, charakterystyki silnika tłokowego. Zespoły i układy silnika tłokowego • Silniki przepływowo, raketowe i turbinowe - omówienie podziału, analiza obiegu i analiza konstrukcji • Zespoły konstrukcyjne silnika odrzutowego i śmigłowego (śmigłowego) - omówienie i charakterystyka działania • Analiza osiągnięć silników odrzutowych i turbinowych, badania, charakterystyki, problemy eksploatacyjne • Systemy eksploatacji silników lotniczych. Awarie silników lotniczych i sposoby ich zapobiegania. Perspektywy rozwoju napędów lotniczych • Zadania ćwiczeniowe z zakresu obliczeń osiągnięć silników tłokowych i turbinowych • Analiza konstrukcji silników lotniczych i wyznaczanie osiągnięć silnika na stanowiskach badawczych | |
| Czynnik ludzki w technice | K_W14, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - przykłady ergonomii w przemyśle • Charakterystyka środowiska pracy z uwzględnieniem przedmiotów techniki. Omówienie wybranego procesu technologicznego, maszyny lub urządzenia pod kątem bezpieczeństwa i wpływu człowieka na kształtowanie warunków pracy. • Identyfikacja zagrożeń wynikających z zależności człowiek-maszyna-otoczenie. Zwrócenie uwagi na źródło zagrożenia, skutki zagrożeń, a także wdrażanie środków zapobiegawczych. • Przedstawienie, omówienie i pokazanie sposobów nadzoru nad maszynami i uprzedzeniami techniki. Pokazanie prowadzonej dokumentacji oraz przedstawienie w sposób praktyczny skutków niewłaściwego funkcjonowania człowiek-maszyna-otoczenie. • Analiza zdarzeń wypadkowych i awarii występujących przy stosowaniu przedmiotów techniki. Wskazanie najczęstszych przyczyn wypadków i awarii, a także potencjalnych skutków tych zdarzeń. Zwrócenie uwagi na skutki: gospodarcze, społeczne, techniczne i organizacyjne. • Przedstawienie środków ochronnych występujących w relacji człowiek-maszyna-otoczenie. Wskazanie podstawowych zasad pierwszej pomocy względem typowych urazów występujących podczas obsługi maszyn, urządzeń i procesów technologicznych. | |
| Diagnostyka i niezawodność | K_W13, K_U13, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień niezawodności i diagnostyki, Podstawowe definicje i określenia niezawodności, Wskaźniki niezawodności, Niezawodność systemów lotniczych, Struktury niezawodnościowe i modele diagnostyczne systemów, Czynniki 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 diagnostyki 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 • Niezawodność obiektów nieodnawialnych • Nieodnawialne złożone obiekty techniczne • Odnowa, rezerwowanie i odnawianie systemów • eksperyment diagnostyczny - synteza i analiza | |
| Ekonomia | K_W14, K_W15, K_U01, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 gospodarke, 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 stricto i sensu largo, popyt na pieniądź, 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_K05 |

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej Organizacja obsługowa - struktura, zasoby ludzkie, logistyka Program obsług - wymagania, założenia, sposoby Specyfika procesu obsługi technicznej różnych typów samolotów Metody diagnozowania stanu technicznego SP Procedury i postępowanie w przypadku - zdarzeń i wypadków lotniczych Wybrane zagadnienia z procesu diagnozowania stanu technicznego SP Organizacja procesu obsługi naziemnej statku powietrznego Identyfikacja i praca z różnymi typami dokumentacji eksploatacyjnej Wybrane zagadnienia z procesu diagnozowania stanu technicznego SP | |
| Eksploatacja statków latających | K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K05, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej Struktura organizacji obsługowej statków powietrznych Program obsług - wymagania, założenia, sposoby realizacji Planowanie obsługi SP Diagnozowanie stanu technicznego - SP Badanie wypadków lotniczych - procedury / przykłady Wybrane zagadnienia z procesu eksploatacji SP | |
| Fizjologia i psychologia lotnicza | K_W14, K_K03 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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, sutki braku snu, zaburzenia snu. Układ nerwowy: centralny system nerwowy, ośrodkowy układ nerwowy. | |
| Fizyka 1 | K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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_W08, K_U01, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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 Przewodnictwo 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_U18 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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 przynależne 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 rzutuującej. Kład i podniesienie z kładu. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur z płaszczyzny rzutuującej. Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne na ściany sześciangu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Punkt przebiecia wielościanu prostą. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Widoki, przekroje i kłady przedmiotów. Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowo, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru. Tolerancje geometryczne. Oznaczenie 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. Klady. Sprawdzian: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na ściany sześciangu 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 stopniowo: 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 |
| <ul style="list-style-type: none"> Wykorzystanie grafiki komputerowej w zapisie konstrukcji: AutoCAD. Podstawowe konstrukcje geometryczne. Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wielowypustowe. Sprzęgła, hamulce, tarcze, pokrywki, korpusy. Wały maszynowe. Połączenia wpustowe. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. Rysunek złożeniowy – dodatkowe wymiary, tabliczki. Łożyska toczne i ślizgowe. Rysowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. Wykonanie rysunku na podstawie modelu lub rysunku w rzutach prostokątnych: przekrój złożony z wymiarowaniem. Praca kontrolna nr 1 - krzywe płaskie. Wykonanie rysunku na podstawie modelu rzeczywistego. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Wprowadzenie tolerancji wymiarowych. Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Praca kontrolna nr 2 – połączenia śrubowe. Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. | |

Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu lub rysunku w rzutach prostokątnych: korpus. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. Wprowadzenie oznaczenia obróbki cieplnej. Praca kontrolna nr 3 - rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części, jak: wał, łożyska, koła zębate (koła pasowe). • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie rysunku złożeniowego: pokrywa. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie rysunku złożeniowego: wybrana część. • Rysunek zaliczeniowy. • AutoCAD: Wprowadzenie do programu AutoCAD. Ustawienia rysunku. Sposoby wprowadzania poleceń (menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe). Podstawowe elementy rysunku: linia, łuk, okrąg, elipsa, prostokąt, wielobok. Modyfikacje rysunku – wybór elementu do modyfikacji – usuwanie obiektów. Układy współrzędnych: prostokątny i biegunowy, bezwzględny i względny. Polecenia grupy Zoom. Warstwy, rodzaje linii, kolory. Punkty charakterystyczne obiektów. Ustawienia rysunkowe: skok i siatka, śledzenie biegunowe, lokalizacja względem obiektu. Polecenia grupy zmiany. Wymiarowanie. Napisy. Bloki, bloki z atrybutami (np. znak chropowatości). Kreskowanie. Obszar modelu i papieru. Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów. Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku.

| | |
|-----------------------------|-------|
| 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 hrabięgo 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 wczesnonipionierskiej. • Pierwsze loty ślizgowe. Szybocze 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 przeniesienia obciążeń Początki wielkich koncernów lotniczych: Boeing, Douglas. Pierwsze konstrukcje lotnicze o cienkościennej 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, Allison, 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 raketowej. Zasady lotu orbitalnego, prędkości kosmiczne. Zarys historii lotów kosmicznych • Sprawdzian wiadomości

| | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Informatyczne systemy awioniki | K_W03, K_W10, K_U06, K_U08, K_U18 |
|--------------------------------|-----------------------------------|

• Wstęp: 1. Zasady tworzenia projektów awioniki (Diagram V, normy i przepisy w tym CS-23, CS-25, DO-178, DO-160, DO-160G) (W01), 2. Projekt systemu awionicznego (m.in. struktura oprogramowania)(W02). Komunikacja: 3. Cyfrowe magistrale w lotnictwie - cyfrowa magistrala ARINC 429 (W03), 4. Cyfrowa magistrala CAN oraz protokołów 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_U18, K_K01 |
|-------------|--|

• Przymiernenie 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 strukturalnych. Tworzenie zmiennych strukturalnych. 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 | K_W10, K_U12, K_K01 |
|----------------------|---------------------|

• 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 płynu hydraulicznego 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 odladania pneumatyczne odladanie krawędzi natarcia skrzydeł i powierzchni sterujących schemat konstrukcji ograniczenia eksploatacyjne zapoczątkowanie zadziałania (zależności czasowe) instalacji odladającej 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 automatycznie i ręczne sterowanie przewietrzanie powietrzem naporowym schemat budowy 021 01 09 03 Instalacje przeciwbłodzeniowe 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 przeciwbłodzeniowe 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 przełącznik, 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 wzbudzenia 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 Rozprowadzanie 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 zmiernicza, 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. • 021.03.01.00 Hydromechanics: basic principles 021.03.01.01 Concepts and basic principles 021.03.01.01.01 Explain the concept and basic principles of hydromechanics including: hydrostatic pressure; Pascal's law; the relationship between pressure, force and area; transmission of power: multiplication of force, decrease of displacement. 021.03.02.00 Hydraulic systems 021.03.02.01 Hydraulic fluids: types, characteristics, limitations 021.03.02.01.01 List and explain the desirable properties of a hydraulic fluid with regard to: thermal stability; corrosiveness; flashpoint and flammability; volatility; viscosity. 021.03.02.01.02 State that hydraulic fluids are irritating to skin and eyes. 021.03.02.01.03 List the two different types of hydraulic fluids: synthetic; mineral. 021.03.02.01.04 State that different types of hydraulic fluids cannot be mixed. 021.03.02.01.05 State that at the pressures being considered, hydraulic fluid is considered incompressible. 021.03.02.02 System components: design, operation, degraded modes of operation, indications and warnings 021.03.02.02.01 Explain the working principle of a hydraulic system. 021.03.02.02.02 Describe the difference in the principle of operation between a constant pressure system and a system pressurised only on specific demand. 021.03.02.02.03 State the differences in the principle of operation between a passive hydraulic system (without a pressure pump) and an active hydraulic system (with a pressure pump). 021.03.02.02.04 List the main advantages and disadvantages of system actuation by hydraulic or purely mechanical means with respect to: weight; size; force. 021.03.02.02.05 List the main uses of hydraulic systems. 021.03.02.02.06 State that hydraulic systems can be classified as either high pressure (typically 3000 psi or higher) or low pressure (typically up to 2000 psi). 021.03.02.02.07 State that a high-pressure hydraulic system is typically operating at 3000 psi but on some aircraft a hydraulic pressure of 4000 to 5000 psi may also be used. 021.03.02.02.08 Explain the working principle of a low-pressure (0-2000 psi) system. 021.03.02.02.09 Explain the advantages and disadvantages of a high-pressure system over a low-pressure system. 021.03.02.02.10 Describe the working principle and functions of pressure pumps including: constant pressure pump (swash plate or cam plate); pressure pump whose output is dependent on pump revolutions per minute (rpm) (gear type). 021.03.02.02.11 Explain the following different sources of hydraulic pressure, their typical application and potential operational limitations: manual; engine gearbox; electrical; air (pneumatic and ram-air turbine); hydraulic (power transfer unit) or reversible motor pumps; accessory. 021.03.02.02.12 Explain the following different sources of hydraulic pressure, their typical application and potential operational limitations: manual; engine; gearbox; electrical. 021.03.02.02.13 Describe the working principle and functions of the following hydraulic system components: reservoir (pressurised and unpressurised); accumulators; case drain lines and fluid cooler return lines; piston actuators (single- and double-acting); hydraulic motors; filters; non-return (check) valves; relief valves; restrictor valves; selector valves (linear and basic rotary selectors, two and four ports); bypass valves; shuttle valves; fire shutoff valves; priority valves; fuse valves; pressure and return pipes. 021.03.02.02.14 Explain the function of the demand pump installed on many transport aeroplanes. 021.03.02.02.15 Explain how redundancy is obtained by giving examples. 021.03.02.02.16 Interpret a typical hydraulic system schematic to the level of detail as found in an aircraft flight crew operating manual (FCOM). 021.03.02.02.17 Explain the implication of a high system demand. 021.03.02.02.18 List and describe the instruments and alerts for monitoring a hydraulic system. 021.03.02.02.19 State the indications and explain the implications of the following malfunctions: system leak or low level; low pressure; high temperature. 021.06.01.00 Pneumatic/bleed-air supply 021.06.01.01 Piston-engine air supply 021.06.01.01.01 Describe the following means of supplying air for the pneumatic systems for piston-engine aircraft: compressor; vacuum pump. 021.06.01.01.02 State that an air supply is required for the following systems: instrumentation; heating; de-icing. 021.06.01.02 Gas turbine engine: bleed-air supply 021.06.01.02.01 State that the possible bleed-air sources for gas turbine engine aircraft are the following: engine; auxiliary power unit (APU); ground supply. 021.06.01.02.02 State that for an aeroplane a bleed-air supply can be used for the following systems or components: ice protection; engine air starter; pressurisation of a hydraulic reservoir; air-driven hydraulic pumps; pressurisation and air conditioning. 021.06.01.02.03 State that for a helicopter a bleed-air supply can be used for the following systems or components: anti-icing; engine air starter; pressurisation of a hydraulic reservoir. 021.06.01.02.04 State that the bleed-air supply system can comprise the following: pneumatic ducts; isolation valve; pressure-regulating valve; engine bleed valve (HP/IP valves); fan-air pre-cooler; temperature and pressure sensors. 021.06.01.02.05 Interpret a basic pneumatic system schematic to the level of detail as found in an FCOM. 021.06.01.02.06 Describe the cockpit indications for bleed-air systems. 021.06.01.02.07 Explain how the bleed-air supply system is controlled and monitored. 021.06.01.02.08 State the following bleed-air malfunctions: over-temperature; over-pressure; low pressure; overheat/duct leak; and describe the potential consequences. 021.06.03.00 Aeroplane: pressurisation and air-conditioning system 021.06.03.01 System components, design, operation, degraded modes of operation, indications and warnings 021.06.03.01.01 Explain that a pressurisation and an air-conditioning system of an aeroplane controls: ventilation; temperature; pressure. 021.06.03.01.02 Explain how humidity is controlled. 021.06.03.01.03 Explain that

the following components constitute a pressurisation system: pneumatic system as the power source; outflow valve; outflow valve actuator; pressure controller; excessive differential pressure-relief valve; negative differential pressure-relief valve.

021.06.03.01.04 Explain that the following components constitute an airconditioning system and describe their operating principles and function: air-cycle machine (pack, bootstrap system); pack-cooling fan; water separator; mixing valves; flow-control valves (outflow valve); isolation valves; ram-air valve; recirculation fans; filters for recirculated air; temperature sensors. Remark: The bootstrap system is the only air-conditioning system considered for Part-FCL aeroplane examinations.

021.06.03.01.05 Describe the use of hot trim air. 021.06.03.01.06 Define the following terms: cabin altitude; cabin vertical speed; differential pressure; ground pressurisation. 021.06.03.01.07 Describe the operating principle of a pressurisation system. 021.06.03.01.08 Describe the emergency operation by manual setting of the outflow valve position. 021.06.03.01.09 Describe the working principle of an electronic cabin-pressure controller. 021.06.03.01.10 State how the maximum operating altitude is determined. 021.06.03.01.11 Explain: why the maximum allowed value of cabin altitude is limited; a typical value of maximum differential pressure for large transport aeroplanes; the relation between cabin altitude, the maximum differential pressure and maximum aeroplane operating altitude. 021.06.03.01.12 Explain the typical warning on a transport category aircraft when cabin altitude exceeds 10 000 ft. 021.06.03.01.13 List and interpret typical indications of the pressurisation system. 021.06.03.01.14 Describe the main operational differences between a bleed-air-driven air-conditioning system and an electrically driven air-conditioning system as found on aircraft without engine bleed-air system. 021.07.01.00 Types, operation, indications 021.07.01.01 Types, design, operation, indications and warnings, operational limitations 021.07.01.01.01 Explain the concepts of anti-icing and deicing. 021.07.01.01.02 Name the components of an aircraft which can be protected from ice accretion. 021.07.01.01.03 State that on some aeroplanes the tail does not have an ice-protection system. 021.07.01.01.04 State the different types of anti-icing/de-icing systems and describe their operating principle: hot air; electrical; fluid. 021.07.01.01.05 Describe the operating principle of the inflatable boot de-icing system. 021.07.02.00 Ice warning systems 021.07.02.01 Types, operation, and indications 021.07.02.01.01 Describe the different operating principles of the following ice detectors: mechanical systems using air pressure; electromechanical systems using resonance frequencies. 021.07.02.01.02 Describe the principle of operation of ice warning systems. 021.08.01.00 Piston engine 021.08.01.02 Design, operation, system components, indications 021.08.01.02.01 State the tasks of the fuel system. 021.08.01.02.02 Name the following main components of a fuel system, and state their location and their function: lines; boost pump; pressure valves; filter, strainer; tanks (wing, tip, fuselage); vent system; sump; drain; fuel-quantity sensor; fuel-temperature sensor. 021.08.01.02.03 Describe a gravity fuel feed system and a pressure feed fuel system. 021.08.01.02.04 Describe the construction of the different types of fuel tanks and state their advantages and disadvantages: drum tank; bladder tank; integral tank. 021.08.01.02.05 Explain the function of cross-feed. 021.08.01.02.06 Define the term 'unusable fuel'. 021.08.01.02.07 List the following parameters that are monitored for the fuel system: fuel quantity (low-level warning); fuel temperature. 021.08.02.00 Turbine engine 021.08.02.02 Design, operation, system components, indications 021.08.02.02.01 Explain the function of the fuel system: lines; centrifugal boost pump; pressure valves; fuel shut-off valve; filter, strainer; tanks (wing, tip, fuselage, tail); bafflers/baffles; sump; vent system; drain; fuel-quantity sensor; fuel-temperature sensor; refuelling/defueling system; fuel dump/jettison system. 021.08.02.02.02 Name the main components of the fuel system and state their location and their function: trim fuel tanks; bafflers; refuelling/defueling system; fuel dump/jettison system. Remark: For completion of list, please see 021 08 01 02 (02). 021.08.02.02.03 Interpret a typical fuel system schematic to the level of detail as found in an aircraft FCOM. 021.08.02.02.04 Explain the limitations in the event of loss of booster pump fuel pressure. 021.08.02.02.05 Describe the use and purpose of drip sticks (manual magnetic indicators) (may also be known as dip stick or drop stick). 021.08.02.02.06 Explain the considerations for fitting a fuel dump/jettison system and, if fitted, its function. 021.09.01.00 General, definitions, basic applications: circuit breakers, logic circuits 021.09.01.01 Static electricity 021.09.01.01.01 Explain static electricity and describe the flying conditions where aircraft are most susceptible to build-up of static electricity. 021.09.01.01.02 Describe a static discharger and explain the following: its purpose; typical locations; pilot's role of observing it during pre-flight inspection. 021.09.01.01.03 Explain why an aircraft must first be grounded before refuelling/defueling. 021.09.01.01.04 Explain the reason for electrical bonding. 021.09.01.02 Direct current (DC) 021.09.01.02.01 Explain the term 'direct current' (DC), and state that current can only flow in a closed circuit. 021.09.01.02.02 Explain the basic principles of conductivity and give examples of conductors, semiconductors and insulators. 021.09.01.02.03 Describe the difference in use of the following mechanical switches and explain the difference in observing their state (e.g. ON/OFF), and why some switches are guarded: toggle switch; rocker switch; pushbutton switch; rotary switch. Explain the difference in observing their state (e.g. ON/OFF) and why some switches are guarded. 021.09.01.02.04 Define voltage and current, and state their unit of measurement. 021.09.01.02.05 Explain Ohm's law in qualitative terms. 021.09.01.02.06 Explain the effect on total resistance when resistors are connected in series or in parallel. 021.09.01.02.07 State that resistances can have a positive or a negative temperature coefficient (PTC/NTC) and state their use. 021.09.01.02.08 Define electrical power and state the unit of measurement. 021.09.01.03 Alternating current (AC) 021.09.01.03.01 Explain the term 'alternating current' (AC), and compare its use to DC with regard to complexity. 021.09.01.03.02 Define the term 'phase', and explain the basic principle of single-phase and three-phase AC. 021.09.01.03.03 State that aircraft can use single-phase or three-phase AC. 021.09.01.03.04 Define frequency and state the unit of measurement. 021.09.01.03.05 Define 'phase shift' in qualitative terms. 021.09.01.06 Electromagnetism 021.09.01.06.01 State that an electrical current produces a magnetic field. 021.09.01.06.02 Describe how the strength of the magnetic field changes with the magnitude of the current. 021.09.01.06.03 Explain the purpose and the working principle of a solenoid. 021.09.01.06.04 Explain the purpose and the working principle of a relay. 021.09.01.06.05 Explain the principle of electromagnetic induction and how two electrical components or systems may affect each other through this principle. 021.09.01.07 Circuit protection 021.09.01.07.01 Explain the working principle of a fuse and a circuit breaker. 021.09.01.07.02 Explain how a fuse is rated. 021.09.01.07.03 Describe the principal difference between the following types of circuit breakers: thermal circuit breaker sensing magnitude of current; magnetic circuit breaker sensing direction of current. 021.09.01.07.04 Describe how circuit breakers may be used to reset aircraft systems/computers in the event of system failure (when part of a described procedure). 021.09.01.07.05 Explain a short circuit in practical terms using Ohm's Law, power and energy expressions highlighting the risk of fire due to power transfer and extreme energy dissipation. 021.09.01.07.06 Explain the risk of fire resulting from excessive heat in a circuit subjected to overcurrent. 021.09.01.07.07 Explain that overcurrent situations may be transient. 021.09.01.07.08 Explain the hazards of multiple resets of a circuit breaker or the use of incorrect fuse rating when replacing blown fuses. 021.09.01.08 Semiconductors and logic circuits 021.09.01.08.01 Describe the effect of temperature on semiconductors with regard to function and longevity of the component. 021.09.01.08.02 Describe the following five basic logic functions, as used in aircraft FCOM documentation, and recognise their schematic symbols according to the ANSI/MIL standard: AND; OR; NOT; NOR; NAND. 021.09.01.08.03 Interpret a typical logic circuit schematic to the level of detail as found in an aircraft FCOM. 021.09.02.00 Batteries 021.09.02.01 Types, characteristics and limitations 021.09.02.01.01 State the function of an aircraft battery. 021.09.02.01.02 Name the types of rechargeable batteries used in aircraft: lead-acid; nickel-cadmium; lithium-ion; lithium-polymer. 021.09.02.01.03 Compare the different battery types with respect to: load behaviour; charging characteristics; risk of thermal runaway. 021.09.02.01.04 Explain the term 'cell voltage' and describe how a battery may consist of several cells that combined provide the desirable voltage and capacity. 021.09.02.01.05 Explain the difference between battery voltage and charging voltage. 021.09.02.01.06 Define the term 'capacity of batteries' and state the unit of measurement used. 021.09.02.01.07 State the effect of temperature on battery capacity and performance. 021.09.02.01.08 State that in the case of loss of all generated power (battery power only) the remaining electrical power is time-limited. 021.09.02.01.09 Explain how lithium-type batteries pose a threat to aircraft safety and what affects this risk: numbers of batteries on board an aircraft including those brought on board by passengers; temperature, of both battery and environment; physical condition of the battery; battery charging. 021.09.02.01.10 Describe how to contain a battery thermal runaway highlighting the following: how one cell can affect the neighbouring cells; challenges if it happens in an aircraft during flight. 021.09.03.00 Generation 021.09.03.01 DC generation 021.09.03.01.01 Describe the basic working principle of a simple DC generator or DC alternator. 021.09.03.01.03 Explain the purpose of reverse current protection from the battery/busbar to the alternator. 021.09.03.01.04 Describe the basic operating principle of a starter generator and state its purpose. 021.09.03.02 AC generation 021.09.03.02.01 Describe the working principle of a brushless three-phase AC generator. 021.09.03.02.02 State that the generator field current is used to control voltage. 021.09.03.02.03 State the relationship between output frequency and the rpm of a three-phase AC generator. 021.09.03.02.04 Explain the term 'frequency wild generator'. 021.09.03.02.05 List the following different power sources that can be used for an aeroplane to drive an AC

generator: engine; APU; RAT; hydraulic. 021.09.03.02.06 List the following different power sources that can be used for a helicopter to drive an AC generator: engine; APU; gearbox. 021.09.03.03 Constant speed drive (CSD) and integrated drive generator (IDG) systems 021.09.03.03.01 Describe the function of a CSD. 021.09.03.03.02 Explain the parameters of a CSD that are monitored. 021.09.03.03.03 Describe the function of an IDG. 021.09.03.03.04 Explain the consequences of a mechanical disconnection during flight for a CSD and an IDG. 021.09.03.03.05 Explain that a CSD/IDG has its own, independent oil system and how a leak from this may appear as an engine oil leak. 021.09.03.04 Transformers, transformer rectifier units (TRUs), static inverters 021.09.03.04.01 State the function of a transformer. 021.09.03.04.02 State the function of a TRU and its purpose, including type of output. 021.09.03.04.03 State the function of a static inverter and its purpose, including type of output. 021.09.04.00 Distribution 021.09.04.01 General 021.09.04.01.01 Explain the function of a busbar. 021.09.04.01.02 Describe the function of the following buses: AC bus; DC bus; emergency AC or DC bus; essential AC or DC bus; battery bus; hot bus, ground servicing or maintenance bus. 021.09.04.01.03 State that the aircraft structure can be used as a part of the electrical circuit (common earth) and explain the implications for electrical bonding. 021.09.04.01.04 Explain the function of external power. 021.09.04.01.05 State that a priority sequence exists between the different sources of electrical power on ground and in flight. 021.09.04.01.06 Explain the term 'load sharing'. 021.09.04.01.07 Explain the term 'load shedding'. 021.09.04.01.08 Describe typical systems that can be shed in the event of a supply failure, such as passenger entertainment system and galley power. 021.09.04.01.09 Interpret a typical electrical system schematic to the level of detail as found in an aircraft FCOM. 021.09.04.01.10 Explain the difference between a supply (e.g. generator) failure and a bus failure, and the operating consequences of either. 021.09.04.02 DC distribution 021.09.04.02.01 Describe a simple DC electrical system of a single-engine aircraft. 021.09.04.02.02 Describe a DC electrical system of a multi-engine aircraft (CS-23/CS-27) including the distribution consequences of loss of generator(s) or bus failure. 021.09.04.02.03 Describe the DC part of an electrical system of a transport aircraft (CS-25/CS-29) including the distribution consequences of loss of DC supply or bus failure. 021.09.04.02.04 Give examples of DC consumers. 021.09.04.03 AC distribution 021.09.04.03.01 Explain the difference in the principle of operation for a split AC electrical system and a parallel AC electrical system. 021.09.04.03.02 Describe the following distribution consequences: power transfer between different power supplies; power transfer in the event of a supply failure; loss of all normal AC supplies. 021.09.04.03.03 Give examples of AC consumers. 021.09.04.03.04 Explain the conditions to be met for paralleling AC generators. 021.09.04.03.05 State that volt-ampere (VA) is the unit for total power consumed in an AC system. 021.09.04.04 Electrical load management and monitoring systems: automatic generators and bus switching during normal and failure operation, indications and warnings 021.09.04.04.01 Give examples of system control, monitoring and annunciators using the following terms: generator control unit (GCU) for monitoring generator output and providing network protection; exciter contactor/breaker/relay for control of generator exciter field; generator contactor/breaker/relay for connecting the generator to the network; bus-tie contactor/breaker/relay for connecting busbars together; generator switch on the flight deck for manual control of exciter contactor; IDG/CSD disconnect switch on the flight deck for mechanical disconnection of the generator; bus-tie switch on the flight deck with AUTO and OFF positions only. 021.09.04.04.02 Describe, for normal and degraded modes of operation, the following functions of an electrical load management system on ground and in flight using the terms in 021 09 04 04 (01): distribution; monitoring; protection in the event of incorrect voltage; protection in the event of incorrect frequency; protection in the event of a differential fault. 021.09.04.04.03 Describe the requirement for monitoring the aircraft batteries. 021.09.04.04.04 Explain the importance of monitoring the temperature of nickel-cadmium and lithium-type batteries. 021.09.04.04.05 Interpret various different ammeter indications of an ammeter which monitors the charge current of the battery. 021.09.05.00 Electrical motors 021.09.05.01 General 021.09.05.01.01 State that the purpose of an electrical motor is to convert electrical energy into mechanical energy. 021.09.05.01.02 State that because of the similarity in design, a generator and an electrical motor may be combined into a starter generator. 021.09.05.01.03 Explain that the size of the engine determines how much energy is required for starting, and state the following: small turbine engines may be able to use the battery for a very limited number of start attempts; large turbine engines require one or more power sources, either external or on-board. 021.09.05.02 Operating principle 021.09.05.02.01 Describe how the torque of an electrical motor is determined by the supplied voltage and current, and the resulting magnetic fields within the engine. 021.09.05.02.02 State that electrical motors can be either AC or DC. 021.09.05.02.03 Explain the consequences of the following: rotor seizure; rotor runaway. 021.09.05.03 Components 021.09.05.03.01 Name the following components of an electrical motor: rotor (rotating part of an electrical motor); stator (stationary part of an electrical motor). 021.10.03.00 Engine fuel pumps 021.10.03.01 Engine-driven fuel pump 021.10.03.01.01 Explain the need for a separate engine-driven fuel pump. 021.12.01.00 Smoke detection 021.12.01.01 Types, design, operation, indications and warnings 021.12.01.01.01 Explain the operating principle of the following types of smoke detection sensors: optical; ionising. 021.12.01.01.02 Give an example of warnings, indications and function tests. 021.12.02.00 Fire-protection systems 021.12.02.01 Fire extinguishing (engine and cargo compartments) 021.12.02.01.01 Explain the operating principle of a built-in fire-extinguishing system and describe its components. 021.12.02.01.02 State that two discharges must be provided for each engine (see CS 25.1195(c) Fire-extinguisher systems). 021.12.02.02 Fire detection 021.12.02.02.01 Explain the following principles of fire detection: resistance and capacitance; gas pressure. 021.12.02.02.02 Explain fire-detection applications such as: bimetallic; continuous loop; gaseous loop (gas-filled detectors). 021.12.02.02.03 Explain why generally double-loop systems are used. 021.12.02.02.04 Give an example of warnings, indications and function tests of a fire-protection system. 021.12.03.00 Rain-protection system 021.12.03.01 Principle and method of operation 021.12.03.01.01 Explain the principle and method of operation of the following windshield rain-protection systems for an aeroplane: wipers; liquids (rain-repellent); coating. 021.12.03.01.02 Explain the principle and method of operation of wipers for a helicopter. 021.13.01.00 Cockpit, portable and chemical oxygen systems 021.13.01.01 Operating principles, actuation methods, comparison 021.13.01.01.01 Describe the basic operating principle of a cockpit oxygen system and describe the following different modes of operation: normal (diluter demand); 100 %; emergency. 021.13.01.01.02 Describe the operating principle and the purposes of the following two portable oxygen systems: smoke hood; portable bottle. 021.13.01.01.03 Describe the following two oxygen systems that can be used to supply oxygen to passengers: fixed system (chemical oxygen generator or gaseous system); portable. 021.13.01.01.04 Describe the actuation methods (automatic and manual) and the functioning of a passenger oxygen mask. 021.13.01.01.05 Compare chemical oxygen generators to gaseous systems with respect to: capacity; flow regulation. 021.13.01.01.06 State the dangers of grease or oil related to the use of oxygen systems.

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; ściślność 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 wzbudzenia, 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-próstownicze. 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_U18 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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. Przelączenie i przemieszczenie. Monitorowanie pracy instalacji paliwowej: użytkowanie, wskaźniki, instalacje ostrzegające, gospodarka paliwem (kolejność przelączenia zbiorników paliwa), bagnet do bezpośredniego pomiaru ilości paliwa. Uzupełnianie paliwa i opróżnianie zbiorników - kolejność i sposoby uzupełniania paliwa, paliwo nieużywalne. 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 ostrzeżenie. 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 bezpieczeństwem - urządzenia zabezpieczające i instalacje ostrzegania (gwałtowna dekompresja, ostrzeżenie o wysokości kabinowej, procedury awaryjne). Czujniki ciśnienia kabinowego. Instalacja tlenowa. Źródła, składowanie, rozprowadzanie. Regulacja dostaw. Zabezpieczenie 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 przeciwooblodzeniowych: 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 przagnięciem), 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 wzdluznego wyważania paliwem. Przygotowanie statku powietrznego do ważenia. Ważenie statku powietrznego. Podwozie - budowa, amortyzacja. Systemy wypuszczania i chowania, normalne i awaryjne. Wskazania i ostrzeżenie. Koła, hamulce, automat przeciwoślizgowy i automatyczne hamowanie. Systemy rozruchu silników lotniczych. Nazienne 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 przeciwożarowy - budowa, sterowanie i wizualizacja stanu instalacji, obsługa instalacji p-poż. 8. System przeciwooblodzeniowy - budowa, sterowanie i wizualizacja stanu instalacji, obsługa instalacji przeciwooblodzeniowej. 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 | |
| Inteligentne systemy decyzyjne w lotnictwie | K_W03, K_U01, K_U05, K_U09, K_K01, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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 • Maszynowa 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, mieszane 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. | |
| Komputerowe wspomaganie projektowania samolotu | K_W06, K_W08, K_W10, K_U01, K_U03, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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 multykryterialnej. • 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 i osiągi samolotu 1 | K_W11, K_W12, K_W13, K_U01, K_U08, K_U18, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> Masa i wyważenie samolotu. Bilans masowy, szacowanie masy samolotu. Położenie środka ciężkości samolotu. Obwiednia masy i wyważenia. Przepisy certyfikacyjne i operacyjne. • 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. Ogólne obciążenia samolotu, obciążenia dopuszczalne i obciążenia niszczące. • Obwiednia obciążeń od manewrów w locie wg CS-23 oraz CS-25. Współczynniki dopuszczalnego obciążenia manewrowego. Prędkości projektowe i eksploatacyjne. Obciążenia usterzenia poziomego ogonowego: obciążenia od równowagi, obciążenia manewrowe. • Współczynniki obciążenia od podmuchu i turbulencji. Obwiednia obciążeń od podmuchów wg CS-23 oraz CS-25. Obciążenia usterzenia poziomego ogonowego: obciążenia od podmuchów. • Obciążenia od ziemi: sformułowania ogólne, warunki obciążeń od ziemi i założenia, lądowanie poziome (model obliczeniowy), praca układu amortyzacji, lądowanie na jedno koło, warunki obciążenia bocznego, dodatkowe warunki dla kół tylnych oraz kół przednich. Warunki lądowania awaryjnego: sformułowania ogólne, warunki dynamiczne lądowania awaryjnego. • Obciążenia zespołów samolotu: obciążenia aerodynamiczne i masowe skrzydła, rozkłady obciążeń aerodynamicznych wzdluz rozpiętości i cięciwy. Obciążenia kadłuba. Projektowe obciążenia od paliwa. Obciążenia od silnika: moment obrotowy od silnika i pomocniczego zespołu napędowego (APU), obciążenia aerodynamiczne i żyroskopowe, | |

| | |
|--|--|
| niesymetryczne obciążenia wynikające z awarii silnika. • Wprowadzenie do projektowania samolotu. Etapy projektowania, lista wymagań, projekt koncepcyjny, projekt wstępny, projekt techniczny. Współczesne metody projektowania, MDO, wykorzystywane narzędzia inżynierskie, Systems Engineering. • Badania w locie statków powietrznych. | |
| Konstrukcja i osiągi samolotu 2 | K_W06, K_W08, K_W11, K_W12, K_U03, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wstęp do przedmiotu. Materiały wykorzystywane w budowie samolotów - drewno i metale. • Materiały lotnicze - kompozyty. • Podziały konstrukcji samolotu. Problematyka odwzorowania geometrii płatowca. • Struktury skrzydła - schematy statyczne. • Struktury skrzydła cd.. • Struktury kadłuba. • Struktury kadłuba cd.. • Węzły skrzydło-kadłub. • Konstrukcja usterzeń. • Konstrukcja usterzeń cd.. • Konstrukcja elementów mechanizacji płata. • Problematyka utraty stateczności w lotnictwie. • Mechaniczne układy sterowania (w kabine pilota, sterów, lotek, klap, podwozia, zespołu napędowego). • Wybrane zagadnienia konstrukcji samolotów. • Problematyka doboru i łączenia materiałów. • Przegląd rozwiązań stosowanych w technice lotniczej. Analiza pracy wybranego schematu skrzydła. Obliczenia wytrzymałościowe wybranych elementów struktury samolotu. | |
| Konstrukcja i osiągi samolotu 3 | K_W09, K_W11, K_W12, K_U03, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Atmosfera fizyczna, międzynarodowa atmosfera wzorcowa, model atmosfery niestandardowej • Siły działające na samolot w locie. Prędkości charakterystyczne. • Lotnicze zespoły napędowe • Osiągi przelotowe samolotu (SAR, SE) • Scenariusze realizacji przelotu • Optymalne parametry przelotowe • Zasięg i długotrwałość lotu samolotu z napędem śmigłowym oraz mieszanym. • Osiągi samolotu w fazie wznoszenia i schodzenia z wysokości przelotowej. • Minimalizacja zużycia paliwa, czasu i kosztów w fazie wznoszenia i schodzenia samolotu. • Start i lądowanie samolotu. Ogólne informacje • Start samolotu. Start przerwany. • Lądowanie samolotu. • Osiągi manewrowe samolotu. • Osiągi planowanie lotu. | |
| Konstrukcja samolotów | K_W06, K_W08, K_W11, K_W12, K_U01, K_U06, K_U12, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe. Źródła i podział obciążeń. Współczynnik obciążenia w manewrach sterowanych i niesterowanych. Obciążenia od burzliwej atmosfery. • Obciążenia dopuszczalne i niszczące. Współczynnik bezpieczeństwa. Normowanie obciążeń. Przepisy budowy statków powietrznych. Klasy osiągiowe i ciężarowe. kategorie samolotów. • Krzywa obciążeń sterowanych. Ograniczenia fizyczne i formalne. Współczynniki obciążenia i prędkości obliczeniowe. Krzywa obciążeń od burzliwej atmosfery. Obwiednia obciążeń dopuszczalnych. • Rozkład współczynnika siły nośnej. Zwichrzenia geometryczne i aerodynamiczne. Obciążenia powierzchni nośnych - wysiłek przekroju. Wyznaczanie składowych obciążeń. Wpływ agregatów. • Obciążenia niesymetryczne płata. Brutalne sterowanie lotkami. Obrót ustalony. Burzliwa atmosfera. • Materiały stosowane do budowy płatowców. Podstawowe rodzaje ustrojów nośnych w lotnictwie. • Elementy struktury płatowca oraz ich związek z obciążeniami. • Geometria skrzydła a obciążenia. Obwiednia obciążeń dopuszczalnych. Przebiegi sił wewnętrznych na przykładzie skrzydła. Naprężenia w wybranych elementach skrzydła. | |
| Konstrukcja samolotu 1 | K_W02, K_W06, K_U01, K_U04, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe. Źródła i podział obciążeń. Współczynnik obciążenia w manewrach sterowanych i niesterowanych. • Współczynnik obciążenia w locie poziomym ustalonym. Współczynnik obciążenia w manewrach kontrolowanych i niekontrolowanych. • Obciążenia od burzliwej atmosfery. Podmuch ostrokrawędziowy i współczynnik złagodzenia podmuchu. Ograniczenia fizjologiczne wartości współczynnika obciążenia. • Obciążenia dopuszczalne i niszczące. Współczynnik bezpieczeństwa. Normowanie obciążeń. przepisy budowy statków powietrznych - klasy ciężarowe i osiągiowe. kategorie samolotów. • Krzywa obciążeń sterowanych. Ograniczenia fizyczne i formalne. Współczynniki obciążenia i prędkości obliczeniowe. • Krzywa obciążeń od burzliwej atmosfery. Obwiednia obciążeń dopuszczalnych. Obciążenia wymiarujące. • Rozkład współczynnika siły nośnej na płacie. Zwichrzenie geometryczne i aerodynamiczne. Wpływ zwichrzenia na rozkład współczynnika siły nośnej. • Obciążenia powierzchni nośnych - składowe wysiłku przekroju. Składowe normalne i styczne. • Wyznaczanie składowych obciążeń. Skrzydło wolnonośne a skrzydło zastrzałowe. Wpływ agregatów na obciążenia skrzydła. • Pojęcie środka sił poprzecznych. Skręcanie. • Obciążenia niesymetryczne płata. Brutalne sterowanie lotkami. Obrót ustalony. Burzliwa atmosfera. • Obciążenia usterzenia poziomego. Obciążenia od równowagi. Obciążenia od sterowania. Obciążenia od podmuchów. Obciążenia niesymetryczne. Obciążenia kombinowane. Obciążenia usterzenia pionowego. • Rozkłady ciśnień wzdłuż cięciwy. Momenty zawiasowe. Obciążenia kadłuba - źródła obciążeń, modele obliczeniowe. • Obciążenia podczas lądowania. Charakterystyki amortyzatorów. Lądowanie symetryczne, centryczne i mimośrodowe. Obciążenia na ziemi. • Wpływ pracy zespołu napędowego na obciążenia samolotu. Obciążenia obsługowe i awaryjne. • Wyznaczanie wielkości współczynnika obciążenia w manewrach sterowanych i niesterowanych. Określanie obciążenia podczas lotu, lądowania i w czasie ruchu samolotu po ziemi. • Geometria skrzydła a obciążenia. Obwiednia obciążeń dopuszczalnych. Przebiegi sił wewnętrznych na przykładzie skrzydła w trakcie manewrów symetrycznych i niesymetrycznych. | |
| Konstrukcja samolotu 2 | K_W06, K_W08, K_W11, K_W12, K_W14, K_U01, K_U03, K_U06, K_U18, K_K05, K_K07, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wstęp do przedmiotu. Materiały wykorzystywane w budowie samolotów - drewno i metale. • Materiały lotnicze - kompozyty. • Podziały konstrukcji samolotu. Problematyka odwzorowania geometrii płatowca. • Struktury skrzydła - schematy statyczne. • Struktury skrzydła cd.. • Struktury kadłuba. • Struktury kadłuba cd.. • Węzły skrzydło-kadłub. • Konstrukcja usterzeń. • Konstrukcja usterzeń cd.. • Konstrukcja elementów mechanizacji płata. • Problematyka utraty stateczności w lotnictwie. • Mechaniczne układy sterowania (w kabine pilota, sterów, lotek, klap, podwozia, zespołu napędowego). • Wybrane zagadnienia konstrukcji samolotów. • Problematyka doboru i łączenia materiałów. • Laboratorium konstrukcji lotniczych - identyfikacja poszczególnych elementów struktury samolotu oraz określenie związku z działającymi obciążeniami. • Przegląd rozwiązań stosowanych w technice lotniczej na przykładzie wybranego elementu. Obliczenia wytrzymałościowe wybranego elementu struktury samolotu. | |
| Konstrukcja silników lotniczych | K_W06, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U08, K_U12, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 przeniesienia momentu obrotowego w konstrukcjach bębnowych, tarczowych, bębnowo-tarczowych). Łopatki wirnikowe. Charakterystyki geometryczne. Zamki łopatek. Łopatki aparatu kierującego. Kadłuby sprężarek. Uszczelnienia. Luz wierzchołkowy, luz osiowy. Urządzenia przeciwołodziennowe. 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 łożatki, 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). Wyznaczanie 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 łopacie. 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 wyęczenia 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 sprzężarek. • 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. • Dopalańca. Podstawy procesów spalania w komorze dopalacza. Konstrukcja komory dopalacza – elementy konstrukcji, funkcja (urządzenie wlotowe, rura żarowa, urządzenia zapłonowe). Spalania wibracyjne i niestacyczne 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. Tłuki 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 przepływowymi. • 1. Dokumentacja silnika lotniczego: jednoprzepływowego, dwuprzepływowego, śmigłowego, 2. Schemat konstrukcji silnika jednoprzepływowego dwuprzepływowego, identyfikacja zespołów konstrukcyjnych silnika, wymiarowanie silnika 3. Węzły mocowania silnika do płatowca – rozmieszczenie węzłów, identyfikacja węzłów głównych, transportowych, montażowych, obliczenia. 4. Wloty silników. Wyznaczenie obciążeń, wymiarowanie wlotu poddźwiękowego i naddźwiękowego. 5. Profilowanie łopatki sprężarki osiowej. Geometria, środek ciężkości profilu. Wyznaczenie obciążeń, dobór kąta zaklinowania, wyznaczenie naprężeń i rozkładu współczynnika bezpieczeństwa. Wyznaczenie 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 |
|--------------------------|--|

• Podział silników tłokowych (silniki rzędowe, przeciwsołone, widlaste, rzędowe). Obiegi porównawcze tłokowych silników spalinowych (obiegi silników dwu i czterosuwowych), obiegi teoretyczne i porównawcze, projektowanie wykresu obiegu porównawczego. Silniki o zaplonie iskrowym (zasada działania, tworzenie mieszanki palnej, spalanie, komory spalania), Silniki o zaplonie 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. Charakterystyka śmigłowa, śmigło ciężkie, lekkie • Paliwa do silników tłokowych i turbinowych, charakterystyki paliw, 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 (założenie ogólne, modelowanie i symulacja, 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, pierścien, sworzeń – obliczenia, materiały, konstrukcja). Wały korbowe, korbowody (konstrukcja wałów, czopy główne, ramię wykorbienia, obliczenia). Wyrównoważanie silnika (silnik jednocyliniowy, widlasty, gwiazdowy) • Układy dolotowe i wylotowe, rozrząd silników czterosuwowych (krzywki rozrządu, napęd zaworów, sprężyny, zawory) Chłodzenie silników (wpływ powietrza na pracę silnika, chłodzenie powietrze). 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. Wyznaczenie 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 jednocyliniowego 7. Dobór sprężarki doładującej • 1. Rysunki konstrukcyjne silników tłokowych, dokumentacja techniczna. 2. Badanie wybranych charakterystyk silnika tłokowego 3. Wyznaczenie charakterystyki obciążeniowej (w zależności od śmigła) 4. Charakterystyka dławiona silnika tłokowego

| | |
|---------------------------|----------------------------|
| 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. Układy pomiarowe stanu samolotu i stanu lotniczego zespołu napędowego. • Transmisja sygnałów cyfrowych - laboratoryjne i lotnicze magistrale danych

| | |
|----------|--------------|
| Lotniska | K_W13, K_U03 |
|----------|--------------|

• TEMAT AGA 1 – DANE O LOTNISKU, JEGO ROZKŁAD I KOORDYNACJA • TEMAT AGA 2 – POLE RUCHU NAZIEMNEGO • TEMAT AGA 3 – PRZESZKODY • TEMAT AGA 4 – URZĄDZENIA RÓŻNE

| | |
|--------------|-----------------------------------|
| Matematyka 1 | K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01 |
|--------------|-----------------------------------|

• Elementy logiki matematycznej, funkcje 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, wyznaczenie 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, własności macierzy, 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 • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych. | |
| Matematyka 3 | K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowej, 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 inżynierskie | K_W08, K_W12 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka materiałów inżynierskich • Struktura krystaliczna; elementy krystalografii, budowa idealna i rzeczywista • Krystalizacja metali i stopów • Odszałcenie plastyczne, zgniot i rekrytalizacja • Równowaga fazowa stopów metali na przykładzie układu Fe-Fe₃C, charakterystyka składników fazowych i mikrostruktury • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Konstrukcyjne stopy żelaza i stal narzędziowa • Stal o specjalnych właściwościach fizycznych i chemicznych • Stopy metali nieżelaznych (Al, Cu, Ti, Ni, Zn, Sn, Pb, Mg) • Materiały niemetaliczne: ceramika i polimery • Materiały kompozytowe • Badania mikroskopowe, makroskopowe i nieniszczące | |
| Mechanika lotu 1 | K_W11 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie. Atmosfera fizyczna, atmosfera wzorcowa • Siły i momenty aerodynamiczne działające na samolot. • Bieguna aerodynamiczna samolotu • Ustalony lot ślizgowy samolotu, bieguna prędkości • Zespoły napędowe stosowane w lotnictwie • Zespół napędowy śmigło-silnikowy • Lot silnikowy • Start i lądowanie samolotu. • Osiągi przelotowe samolotu • Osiągi manewrowe samolotu. • Modelowanie matematyczne bezsilnikowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne lotu silnikowego • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu | |
| Mechanika lotu 2 | K_W02, K_W11, K_U02, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Równowaga podłużna samolotu. • Podłużna stateczność statyczna samolotu. • Boczna i kierunkowa stateczność statyczna samolotu. • Sterowność samolotu. • Równania ruchu samolotu. • Metody rozwiązywania równań ruchu samolotu. • Siły działające na samolot w niustalonych stanach lotu. • Stateczność dynamiczna podłużna. • Stateczność dynamiczna boczna i kierunkowa. | |
| Mechanika ogólna 1 | K_W06, K_U01, K_U08, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 przesztynione. • 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_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 kółka, 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_U18 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ściślność cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsen. 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. Pomiar wydatku płynu kryzą ISA • 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 Francisca. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora promieniowego. • 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. 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. Reynoldsowski uśredniony równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływy swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyyny nieniuonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przycięsnej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata | |

| | |
|---|----------------------------|
| Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływy adiabatyczny i izotermiczny. Zablockowanie przewodu. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływy potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczania i wizualizacji. Optym walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoxs D'alamberta, Wzór Zukowskiego na powstawanie siły nośnej. Wprowadzenie do nowoczesnych metod badawczych w mechanice płynów | |
| Meteorologia (Z) | K_W12, K_U01, K_U04, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 - Nasylenie 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 - ogólne 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, QNH i QFF - Układy niskiego ciśnienia, własności, rodzaje i występowanie - Układy wysokiego ciśnienia, własności, rodzaje i występowanie - Przemieszczanie się układów ciśnienia atmosferycznego - Mapy synoptyczne | |
| Meteorologia 1 | K_W02, K_W07, K_U01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 - Nasylenie 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 - ogólne 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, QNH i QFF - Układy niskiego ciśnienia, własności, rodzaje i występowanie - Układy wysokiego ciśnienia, własności, rodzaje i występowanie - Przemieszczanie się układów ciśnienia atmosferycznego - Mapy synoptyczne • Treści kształcenia TK01-TK04 obejmują oraz systematyzują wiadomości wymagane w przepisach PART-FCL, w zakresie: 050.01.00.00 050.01.01.00 050.01.01.01 050.01.01.02 050.01.01.03 050.01.02.00 050.01.02.01 050.01.02.02 050.01.02.03 050.01.02.04 050.01.02.05 050.01.02.06 050.01.03.00 050.01.03.01 050.01.03.02 050.01.03.03 050.01.03.04 050.01.04.00 050.01.04.01 050.01.05.00 050.01.05.01 050.01.06.00 050.01.06.01 050.01.06.02 050.01.06.03 050.01.06.04 050.02.00.00 050.02.01.00 050.02.01.01 050.02.02.00 050.02.02.01 050.02.02.02 050.02.02.03 050.02.03.00 050.02.03.01 050.02.04.00 050.02.04.01 050.02.05.00 050.02.05.01 050.02.06.00 050.02.06.01 050.02.06.02 050.02.06.03 050.02.07.00 050.02.07.01 050.02.07.02 050.02.07.03 050.03.00.00 050.03.01.00 050.03.01.01 050.03.01.02 050.03.02.00 050.03.02.01 050.03.03.00 050.03.03.01 | |
| Meteorologia 2 | K_W12, K_U01, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 przeciwooblodzeniowych 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 | |
| Metoda elementów skończonych | K_W06, K_U06 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kompendium wiadomości z rachunku macierzowego. • 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. • Koncepcja elementu izoparametrycznego. • Ogólne zadanie całkowania numerycznego. | |

| | |
|---|-----------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Analiza układu zasady tworzenia macierzy sztywności układu, uwzględnianie warunków brzegowych Podstawy nieliniowej MES: równanie sił rezidualnych, ścieżka równowagi układu, metody przyrostowo-korekcyjne, zlinearyzowana analiza stateczności układu Ćwiczenia rachunkowe, pierwsza praca zaliczeniowa Ćwiczenia rachunkowe, druga praca zaliczeniowa Zaznajomienie z oprogramowaniem MSC PATRAN/MARC Modelowanie układów płaskich, powierzchniowych Modelowanie układów przestrzennych, powierzchniowych Modelowanie złożonych struktur cienkościennych Modelowanie struktur trójwymiarowych | K_W07, K_U06, K_U07 |
| <p>Metody numeryczne w mechanice płynów</p> <ul style="list-style-type: none"> Zamknięty układ równań opisujących przepływy - modelowanie turbulencji Metoda objętości skończonych - dyskretyzacja domeny obliczeniowej Metody modelowania warstwy przyściennej Modelowanie przepływów z wymianą ciepła Przygotowanie geometrii domeny obliczeniowej w programie ANSYS SpaceClaim Przygotowanie siatki obliczeniowej w programach ANSYS Mesher i Fluent Meshing Obliczenia sił i współczynników aerodynamicznych dla profilu lotniczego w przepływie nie- i ściśliwym Modelowanie przepływów przez wirniki Modelowanie przepływów naddźwiękowych i hipersonicznych Modelowanie przepływów z wymianą ciepła Optymalizacja kształtu - AdJoint Solver | K_W05, K_W12, K_U06, K_U14, K_K01 |
| <p>Metody numeryczne w mechanice płynów</p> <ul style="list-style-type: none"> Zamknięty układ równań opisujących przepływy - modelowanie turbulencji Metoda objętości skończonych - dyskretyzacja domeny obliczeniowej Metody modelowania warstwy przyściennej Modelowanie przepływów z wymianą ciepła Przygotowanie geometrii domeny obliczeniowej w programie ANSYS SpaceClaim Przygotowanie siatki obliczeniowej w programach ANSYS Mesher i Fluent Meshing Obliczenia sił i współczynników aerodynamicznych dla profilu lotniczego w przepływie nie- i ściśliwym Modelowanie przepływów przez wirniki Modelowanie przepływów naddźwiękowych i hipersonicznych Modelowanie przepływów z wymianą ciepła Optymalizacja kształtu - AdJoint Solver | K_W05, K_W12, K_U06, K_U14, K_K01 |
| <p>Metody symulacji w lotnictwie</p> <ul style="list-style-type: none"> Podstawy teoretyczne realizacji procesów symulacyjnych w lotnictwie Praktyczne aspekty budowy i użytkowania nowoczesnych symulatorów wykorzystywanych w lotnictwie wykorzystywanych w szkoleniu lotniczym Zastosowanie symulacji w projektowaniu, budowie i rozwoju systemów lotniczych | K_W10 |
| <p>Metrologia</p> <ul style="list-style-type: none"> Metody pomiarowe. 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 Analiza statystyczna w pomiarach. Pomiar precyzyjny, analiza niepewności pomiaru, wpływ warunków eksploatacji na wynik pomiaru. Precyzyjne narzędzia pomiarowe, zasady eksploatacji 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 Wybrane metody pomiarowe. Ocena właściwości metrologicznych | K_W04, K_W08, K_U02, K_U12, K_K01 |
| <p>Metrologia [C]</p> <ul style="list-style-type: none"> Podstawowe parametry metrologiczne, wzorcowanie i sprawdzanie narzędzi pomiarowych. Metody pomiarowe. Metody analizy i wyrażania dokładności pomiaru Mierniki i metody pomiarowe podstawowych wielkości elektrycznych, oscyloskopy elektroniczne, właściwości narzędzi pomiarowych Pomiar wybranych wielkości nieelektrycznych (obejmuje temperaturę, ciśnienie, ilość paliwa, przepływ, obroty, siłę i moment siły, poziom wibracji, czas), jednostki miary i przeliczanie jednostek, zależności pomiędzy wielkościami. Podstawowe przetworniki pomiarowe i metody, w szczególności stosowane na pokładzie aparatów latających. Przesyłanie informacji pomiarowej. Nieprawidłowe działanie układów pomiarowych, interpretacja i skutki. Treści wykładów obejmują oraz systematyzują wiadomości wymagane w przepisach PART-FCL, w zakresie 022.00.00.00, 022.01.00.00, 022.01.01.00, 022.01.01.01, 022.01.02.00, 022.01.02.01, 022.01.03.00, 022.01.03.01, 022.01.04.00, 022.01.04.01, 022.01.05.00, 022.01.05.01, 022.01.06.00, 022.01.06.01, 022.01.07.00, 022.01.07.01, 022.01.08.00, 022.01.08.01, 022.01.09.00, 022.01.09.01, 022.01.10.00, 022.01.10.01. | K_W04, K_W08, K_U12, K_K01 |
| <p>Mikroprocesory i układy programowalne</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 pochylecia. 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. Zapoznanie się z metodyką doboru elementów i tworzenia połączeń z mikrokomputerami. Dobór elementów do projektu. Wykonanie połączeń elektrycznych. Zaprogramowanie mikrokomputera z użyciem opracowanego programu. Weryfikacja poprawności działania oprogramowania. | K_W03, K_U06, K_U12, K_U17, K_U18 |
| <p>Modelowanie przestrzenne</p> <ul style="list-style-type: none"> Zapoznanie studentów z filozofią pracy w współczesnych systemach CAD. Omówienie interfejsu oprogramowania. Zapoznanie z modulem do modelowania bryłowego. Zamodelowanie reprezentacyjnego przykładowego detalu. Omówienie metodyki tworzenia dokumentacji płaskiej w systemach CAD. Wykonanie reprezentacyjnego przykładowego detalu. Omówienie metodyki tworzenia złożeń w współczesnych systemach CAD. Wykonanie reprezentacyjnego przykładowego modelu złożenia. Omówienie modelowania obiektowego. Wykonanie reprezentatywnego detalu. Zapoznanie z modulem do tworzenia konstrukcji blaszanych. Wykonanie przykładu. Modelowanie elementów z naciętym gwintem. Wykonanie przykładu. Wprowadzenie do tematyki konfiguracji. Wykonanie przykładu. Zapoznanie z teatyką zintegrowanych baz elementów znormalizowanych. Wykonanie przykładowego złożenia z w/w elementami. Modelowanie konstrukcji rurowych. Wykonanie przykładu. Modelowanie powierzchniowe. Wykonanie przykładu. Wprowadzenie do zagadnień modułów MES zintegrowanych z systemami CAD. Wykonanie przykładu. Wprowadzenie do zagadnień symulacji kinetycznych. Wykonanie przykładowej symulacji. Kolokwium zaliczeniowe wraz z omówieniem. | K_W05, K_K01, K_K08 |
| <p>Napędy kosmiczne</p> <ul style="list-style-type: none"> Projekt silnika raketowego, dobór materiału pędnego, określenie wymagań misji, określenie wstępnych charakterystyk napędu. Określanie wymagań energetycznych dla napędu do rodzaju zadania statku powietrznego, wyznaczanie ciągu statycznego silnika na wybrany materiał pędny, wyznaczanie impulsu właściwego • wyznaczenie schematu konstrukcyjnego napędu, prezentacja wyników projektów, zaliczenie przedmiotu | K_W07, K_W09, K_U08, K_U09 |
| <p>Nawigacja (Z)</p> <ul style="list-style-type: none"> Projekt silnika raketowego, dobór materiału pędnego, określenie wymagań misji, określenie wstępnych charakterystyk napędu. Określanie wymagań energetycznych dla napędu do rodzaju zadania statku powietrznego, wyznaczanie ciągu statycznego silnika na wybrany materiał pędny, wyznaczanie impulsu właściwego • wyznaczenie schematu konstrukcyjnego napędu, prezentacja wyników projektów, zaliczenie przedmiotu | K_W02, K_W10, K_W12, K_U01, K_K01 |

• 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 geograficzna - 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 (kąć drogi oraz kurs: geograficzny, magnetyczny i busoli) - Deklinacja, dewiacja - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych - Izogona, agona - Kąć 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) • Treści kształcenia TK01-TK04 obejmują oraz systematyzują wiadomości wymagane w przepisach PART-FCL, w zakresie: 061.01.01.00, 061.01.01.01, 061.01.01.02, 061.01.01.03, 061.01.02.00, 061.01.02.01, 061.01.03.00, 061.01.03.01, 061.01.03.02, 061.01.04.00, 061.01.04.01, 061.01.04.02, 061.01.04.03, 061.01.04.04, 061.01.05.00, 061.01.05.01, 061.01.05.02, 061.01.05.03, 061.01.05.04, 061.01.05.05, 061.01.05.06, 061.01.06.00, 061.01.06.01, 061.01.06.02, 061.01.07.00, 061.01.07.01, 061.01.08.00, 061.01.08.01, 061.01.08.02, 061.01.08.03 , 061.02.01.00, 061.02.01.01, 061.02.01.02, 061.02.02.00, 061.02.02.01, 061.02.02.02.

| | |
|-------------|--------------|
| 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 geograficzna - 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 (kąć drogi oraz kurs: geograficzny, magnetyczny i busoli) - Deklinacja, dewiacja - ćwiczenia w obliczaniu zadań nawigacyjnych - Izogona, agona - Kąć 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) • Treści kształcenia TK01-TK04 obejmują oraz systematyzują wiadomości wymagane w przepisach PART-FCL, w zakresie: 061.01.01.00, 061.01.01.01, 061.01.01.02, 061.01.01.03, 061.01.02.00, 061.01.02.01, 061.01.03.00, 061.01.03.01, 061.01.03.02, 061.01.04.00, 061.01.04.01, 061.01.04.02, 061.01.04.03, 061.01.04.04, 061.01.05.00, 061.01.05.01, 061.01.05.02, 061.01.05.03, 061.01.05.04, 061.01.05.05, 061.01.05.06, 061.01.06.00, 061.01.06.01, 061.01.06.02, 061.01.07.00, 061.01.07.01, 061.01.08.00, 061.01.08.01, 061.01.08.02, 061.01.08.03 , 061.02.01.00, 061.02.01.01, 061.02.01.02, 061.02.02.00, 061.02.02.01, 061.02.02.02.

| | |
|-------------|---------------------|
| Nawigacja 2 | K_W10, K_U01, K_K01 |
|-------------|---------------------|

• Zgodnie z programem szkolenia ATPL 061.03.01.00 Great circles 061.03.01.01 Properties 061.03.01.01.01 Describe the geometric properties of a great circle (including the vertex) and a small circle. 061.03.01.01.01 Multiple old LOs are merged into one single new LO. See details above 061.03.01.01.01 Multiple old LOs are merged into one single new LO. See details above 061.03.01.01.02 Describe the geometric properties of a great circle and a small circle, up to 30° difference of longitude. 061.03.01.01.03 Explain why a great-circle route is the shortest distance between any two positions on the Earth. 061.03.01.01.04 Name examples of great circles on the surface of the Earth. 061.03.01.02 Convergence 061.03.01.02.01 Explain why the track direction of a great-circle route (other than following a meridian or the equator) changes. 061.03.01.02.02 State the formula used to approximate the value of Earth convergence as change of longitude × sine mean latitude. 061.03.01.02.03 Calculate the approximate value of Earth convergence between any two positions, up to 30 ° difference of longitude. 061.03.02.00 Rhumb lines 061.03.02.01 Properties 061.03.02.01.01 Describe the geometric properties of a rhumb line. 061.03.02.01.02 State that a rhumb-line route is not the shortest distance between any two positions on the Earth (excluding meridians and equator). 061.03.03.00 Relationship 061.03.03.01 Distances 061.03.03.01.01 Explain that the variation in distance of the great-circle route and rhumb-line route between any two positions increases with increasing latitude or change in longitude. 061.03.03.02 Conversion angle 061.03.03.02.01 Calculate and apply the conversion angle. 061.04.01.00 Chart requirements 061.04.01.01 ICAO Annex 4 'Aeronautical Charts' 061.04.01.01.01 State the requirement for conformality and for a straight line to approximate a great circle. 061.04.01.02 Convergence 061.04.01.02.01 Explain and calculate the constant of the cone (sine of parallel of origin). 061.04.01.02.02 Explain the relationship between Earth and chart convergence with respect to the ICAO requirement for a straight line to approximate a great circle. 061.04.01.03 Scale 061.04.01.03.01 Recognise methods of representing scale on aeronautical charts. 061.04.01.03.02 Perform scale calculations based on typical en-route chart scales. 061.04.01.03.02 Multiple old LOs are merged into one single new LO. See details above 061.04.02.00 Projections 061.04.02.01 Methods of projection 061.04.02.01.01 Identify azimuthal, cylindrical and conical projections. 061.04.02.01.01 Multiple old LOs are merged into one single new LO. See details above 061.04.02.01.01 Multiple old LOs are merged into one single new LO. See details above 061.04.02.02 Polar stereographic 061.04.02.02.01 State the properties of a polar stereographic projection. 061.04.02.02.02 Calculate straight line track changes on a polar stereographic chart. 061.04.02.03 Direct Mercator 061.04.02.03.01 State the properties of a direct Mercator projection. 061.04.02.03.02 Given the scale at one latitude, calculate the scale at different latitudes. 061.04.02.03.03 Given a chart length at one latitude, show that it represents a different Earth distance at other latitudes. 061.04.02.04 Lambert 061.04.02.04.01 State the properties of a Lambert projection. 061.04.02.04.02 Calculate straight line track changes on a Lambert chart. 061.04.02.04.03 "Explain the scale variation throughout the charts as follows: - the scale indicated on the chart will be correct at the standard parallels; - the scale will increase away from the parallel of origin; - the scale within the standard parallels differs by less than 1 % from the scale stated on the chart. " 061.04.02.04.04 Given appropriate data, calculate initial, final or rhumb-line tracks between two positions (lat./long.). 061.04.02.04.05 Given two positions (lat./long.) and information to determine convergence between the two positions, calculate the parallel of origin. 061.04.02.04.06 Given a Lambert chart, determine the parallel of origin, or constant of cone. 061.04.02.04.07 Given constant of cone or parallel of origin, great-circle track at one position and

great-circle track at another position, calculate the difference of longitude between the two positions. 061.04.03.00 Practical use 061.04.03.01 Symbology 061.04.03.01.01 Recognise ICAO Annex 4 symbology. 061.04.03.01.01 Multiple old LOs are merged into one single new LO. See details above 061.04.03.02 Plotting 061.04.03.02.01 Measure tracks and distances on VFR and IFR en-route charts. 061.04.03.02.02 Fix the aircraft position on an en-route chart with information from VOR and DME equipment. 061.04.03.02.03 Resolve bearings of an NDB station for plotting on an aeronautical chart. 061.05.01.00 Local Mean Time (LMT) 061.05.01.01 Mean solar day 061.05.01.01.01 Explain the concepts of a mean solar day and LMT. 061.05.01.02 Local Mean Time (LMT) and Universal Time Coordinated (UTC) 061.05.01.02.01 Perform LMT and UTC calculations. 061.05.02.00 Standard time 061.05.02.01 Standard time and daylight saving time 061.05.02.01.01 Explain and apply the concept of standard time and daylight saving time, and perform standard time and daylight saving time calculations. 061.05.02.02 International Date Line 061.05.02.02.01 State the changes when crossing the International Date Line. 061.05.03.00 Sunrise and sunset 061.05.03.01 Sunrise and sunset times 061.05.03.01.01 Define sunrise, sunset, and civil twilight, and extract times from a suitable source (e.g. an almanac). 061.05.03.01.02 Explain the changes to sunrise, sunset, and civil twilight times with date, latitude and altitude.

Nawigacja 3

K_W12, K_U01, K_K01

• Zasady prowadzenia klasycznej radionawigacji lotniczej • Zasady prowadzenia nawigacji PBN • Zagadnienia wymagane do uzyskania licencji ATPL: 062.02.01.00 Ground direction finding (DF) 062.02.01.02 Presentation and interpretation 062.02.01.02.01 Define the term 'QDM': the magnetic bearing to the station. 062.02.01.02.02 Define the term 'QDR': the magnetic bearing from the station. 062.02.01.02.03 Explain that by using more than one ground station, the position of an aircraft can be determined and transmitted to the pilot. 062.02.02.00 Non-directional radio beacon (NDB)/automatic direction finding (ADF) 062.02.02.02 Presentation and interpretation 062.02.02.01 Name the types of indicators commonly in use: - electronic display; - radio magnetic indicator (RMI); - fixed-card ADF (radio compass); - moving-card ADF. 062.02.02.02.02 Interpret the indications given on RMI, fixed-card and moving-card ADF displays. 062.02.02.02.03 Given a display, interpret the relevant ADF information. 062.02.02.02.04 Calculate the true bearing from the compass heading and relative bearing. 062.02.02.02.05 Convert the compass bearing into magnetic bearing and true bearing. 062.02.02.02.06 Describe how to fly the following in-flight ADF procedures: homing and tracking, and explain the influence of wind; interceptions of inbound QDM and outbound QDR; changing from one QDM/QDR to another; determining station passage and the abeam point. 062.02.03.00 VHF omnidirectional radio range (VOR): conventional VOR (CVOR) and Doppler VOR (DVOR) 062.02.03.02 Presentation and interpretation 062.02.03.02.01 Read off the radial on an RMI. 062.02.03.02.02 Read off the angular displacement in relation to a preselected radial on a horizontal situation indicator (HSI) or omnibearing indicator (OBI). 062.02.03.02.03 Explain the use of the TO/FROM indicator in order to determine aircraft position relative to the VOR considering also the heading of the aircraft. 062.02.03.02.04 Interpret VOR information as displayed on HSI, CDI and RMI. 062.02.03.02.05 Describe the following in-flight VOR procedures: tracking, and explain the influence of wind when tracking; interceptions of a radial inbound and outbound to/from a VOR; changing from one radial inbound/outbound to another; determining station passage and the abeam point. 062.02.03.02.06 State that when converting a radial into a true bearing, the variation at the VOR station has to be taken into account. 062.02.04.00 Distance-measuring equipment (DME) 062.02.04.02 Presentation and interpretation 062.02.04.02.01 State that when identifying a DME station co-located with a VOR station, the identification signal with the higher-tone frequency is the DME which identifies itself approximately every 40 seconds. 062.02.04.02.02 Calculate ground distance from given slant range and altitude. 062.02.04.02.03 Describe the use of DME to fly a DME arc in accordance with ICAO Doc 8168 Volume 1. 062.02.04.02.04 State that a DME system may have a ground speed (GS) and time to station read-out combined with the DME read-out. 062.02.05.00 Instrument landing system (ILS) 062.02.05.02 Presentation and interpretation 062.02.05.02.01 Describe the ILS identification regarding frequency and Morse code or plain text. 062.02.05.02.02 State that an ILS installation has an automatic ground monitoring system. 062.02.05.02.03 State that the LOC and GP monitoring system monitors any shift in the LOC and GP mean course line or reduction in signal strength. 062.02.05.02.04 State that warning flags will appear for both the LOC and the GP if the received signal strength is below a threshold value. 062.02.05.02.05 Describe the circumstances in which warning flags will appear for both the LOC and the GP: absence of the carrier frequency; absence of the modulation simultaneously; the percentage modulation of the navigation signal reduced to 0. 062.02.05.02.06 Interpret the indications on a CDI and an HSI: full-scale deflection of the CDI needle corresponds to approximately 2.5° displacement from the ILS centre line; - full-scale deflection on the GP corresponds to approximately 0.7° from the ILS GP centre line. 062.02.05.02.07 Interpret the aircraft's position in relation to the extended runway centre line on a back-beam approach. 062.02.05.02.08 Explain the setting of the course pointer of an HSI and the course selector of an omnibearing indicator (OBI) for front-beam and back-beam approaches. 062.07.01.00 Performance-based navigation (PBN) concept (as described in ICAO Doc 9613) 062.07.01.01 PBN principles 062.07.01.01.01 List the factors used to define area navigation (RNAV) or required navigation performance (RNP) system performance requirements (accuracy, integrity and continuity). 062.07.01.01.02 State that these RNAV and RNP systems are necessary to optimise the utilisation of available airspace. 062.07.01.01.03 State that it is necessary for flight crew and air traffic controllers to be aware of the on-board RNAV or RNP system capabilities in order to determine whether the performance of the RNAV or RNP system is appropriate for the specific airspace requirements. 062.07.01.01.04 Define accuracy as the conformance of the true position and the required position. 062.07.01.01.05 Define continuity as the capability of the system to perform its function without unscheduled interruptions during the intended operation. 062.07.01.01.06 Define integrity as a measure of the trust that can be placed in the correctness of the information supplied by the total system. Integrity includes the ability of a system to provide timely and valid alerts to the user. 062.07.01.01.07 State that, unlike conventional navigation, PBN is not sensor-specific. 062.07.01.01.08 Explain the difference between raw data and computed data. 062.07.01.01.09 Define availability as the percentage of time (annually) during which the system is available for use. 062.07.01.02 PBN components 062.07.01.02.01 List the components of PBN as navigational aid (NAVAID) infrastructure, navigation specification and navigation application. 062.07.01.03 PBN scope 062.07.01.03.01 State that in oceanic/remote, en-route and terminal phases of flight, PBN is limited to operations with linear lateral performance requirements and time constraints. 062.07.01.03.02 State that in the approach phases of flight, PBN accommodates both linear and angular laterally guided operations, and explain the difference between the two. 062.07.02.00 Navigation specifications 062.07.02.01 Area navigation (RNAV) and required navigation performance (RNP) 062.07.02.01.01 State the difference between RNAV and RNP in terms of the requirement for on-board performance monitoring and alerting. 062.07.02.02 Navigation functional requirements 062.07.02.02.01 List the basic functional requirements of the RNAV and RNP specifications (continuous indication of lateral deviation, distance/bearing to active waypoint, GS or time to active waypoint, navigation data storage and failure indication). 062.07.02.02.03 Designation of RNP and RNAV specifications 062.07.02.03.01 Interpret X in RNAV X or RNP X as the lateral navigation (LNAV) accuracy (total system error) in nautical miles, which is expected to be achieved at least 95 % of the flight time by the population of aircraft operating within the given airspace, route or procedure. 062.07.02.03.02 State that aircraft approved to the more stringent accuracy requirements may not necessarily meet some of the functional requirements of the navigation specification that has a less stringent accuracy requirement. 062.07.02.03.03 State that RNAV 10 and RNP 4 are used in the oceanic/remote phase of flight. 062.07.02.03.04 State that RNAV 5 is used in the en-route and arrival phases of flight. 062.07.02.03.05 State that RNAV 2 and RNP 2 are also used as navigation specifications. 062.07.02.03.06 State that RNP 2 is used in the en-route and oceanic/remote phases of flight. 062.07.02.03.07 State that RNAV 2 might be used in the en-route continental, arrival and departure phases of flight. 062.07.02.03.08 State that RNAV 1 and RNP 1 are used in the arrival and departure phases of flight. 062.07.02.03.09 State that required navigation performance approach (RNP APCH) is used in the approach phase of flight. 062.07.02.03.10 State that required navigation performance authorisation required approach (RNP AR APCH) is used in the approach phase of flight. 062.07.02.03.11 State that RNP 0.3 navigation specification is used in all phases of flight except for oceanic/remote and final approach, primarily for helicopters. 062.07.02.03.12 State that RNAV 1, RNP 1 and RNP 0.3 may also be used in en-route phases of low-level instrument flight rule (IFR) helicopter flights. 062.07.03.00 Use of performance-based navigation (PBN) 062.07.03.03 Specific RNAV and RNP system functions 062.07.03.03.01 Recognise the definition of radius to fix (RF) leg. 062.07.03.03.02 Recognise the definition of a fixed radius transition (FRT). 062.07.03.03.03 State the importance of respecting the flight director guidance and the speed constraints associated with an RF procedure. 062.07.03.03.04 Explain the difference between a fly-by-turn and a fly-over. 062.07.03.03.05 State that the Aeronautical Radio, Incorporated (ARINC) 424 path terminators set the standards for coding the SIDs, STARs and instrument approach procedures (IAPs) from the official published government source documentation into the ARINC navigation

database format. 062.07.03.03.06 State that the path terminators define a specific type of termination of the previous flight path. 062.07.03.03.07 Define the term 'offset flight path'. 062.07.04.00 Performance-based navigation (PBN) operations 062.07.04.01 Performance-based navigation (PBN) principles 062.07.04.01.01 Define 'path definition error' (PDE). 062.07.04.01.02 Define 'flight technical error' (FTE) and state that the FTE is the error in following the prescribed path, either by the auto-flight system or by the pilot. 062.07.04.01.03 Define 'navigation system error' (NSE) and state that the accuracy of a navigation system may be referred to as NSE. 062.07.04.01.04 Define 'total system error' (TSE) and state that the geometric sum of the PDE, FTE and NSE equals the TSE. 062.07.04.01.05 State that navigation accuracy depends on the TSE. 062.07.04.02 On-board performance monitoring and alerting 062.07.04.02.01 State that on-board performance monitoring and alerting of flight technical errors is managed by on-board systems or flight crew procedures. 062.07.04.02.02 State that on-board performance monitoring and alerting of navigation system errors is a requirement of on-board equipment for RNP. 062.07.04.02.03 State that, dependent on the navigation sensor, the estimated position error (EPE) is compared with the required navigation specification. 062.07.04.02.04 Explain how a navigation system assesses the EPE. 062.07.04.02.05 Give an example of how the loss of the ability to operate in RNP airspace may be indicated by the navigation system. 062.07.04.02.06 State that on-board performance monitoring and alerting of path definition error is managed by gross reasonableness checks of navigation data. 062.07.04.03 Abnormal situations 062.07.04.03.01 State that abnormal and contingency procedures are to be used in case of loss of the PBN capability. 062.07.04.04 Database management 062.07.04.04.01 "State that, unless otherwise specified in the operations documentation or acceptable means of compliance (AMCs), the navigational database must be valid for the current aeronautical information regulation and control (AIRAC) cycle." 062.07.05.00 Requirements of specific RNAV and RNP specifications 062.07.05.01 RNAV 10 062.07.05.01.01 State that RNAV 10 requires that aircraft operating in oceanic and remote areas be equipped with at least two independent and serviceable long-range navigation systems (LRNSs) comprising an INS, an inertial reference system (IRS)/flight management system (FMS) or a GNSS. 062.07.05.01.02 State that operators may extend their RNAV 10 navigation capability time by updating. 062.07.05.02 RNAV 5 062.07.05.02.01 State that manual data entry is acceptable for RNAV 5. 062.07.05.03 RNAV 1/RNAV 2/RNP 1/RNP 2 062.07.05.03.01 State that pilots must not fly an RNAV 1, RNAV 2, RNP 1 or RNP 2 standard instrument departure (SID) or standard instrument arrival (STAR) unless it is retrievable by route name from the on-board navigation database and conforms to the charted route. 062.07.05.03.02 State that the route may subsequently be modified through the insertion (from the database) or deletion of specific waypoints in response to ATC clearances. 062.07.05.03.03 State that the manual entry, or creation of new waypoints by manual entry, of either latitude and longitude or place/bearing/distance values is not permitted. 062.07.05.05 Required navigation performance approach (RNP APCH) 062.07.05.05.01 State that pilots must not fly an RNP APCH unless it is retrievable by procedure name from the on-board navigation database and conforms to the charted procedure. 062.07.05.05.02 State that an RNP APCH to LNAV minima is a non-precision IAP designed for two-dimensional approach operations. 062.07.05.05.03 State that an RNP APCH to lateral navigation (LNAV)/vertical navigation (VNAV) minima has lateral guidance based on GNSS and vertical guidance based on either SBAS or barometric vertical navigation (Baro-VNAV). 062.07.05.05.04 State that an RNP APCH to LNAV/VNAV minima may only be conducted with vertical guidance certified for the purpose. 062.07.05.05.05 Explain why an RNP APCH to LNAV/VNAV minima based on Baro-VNAV may only be conducted when the aerodrome temperature is within a promulgated range if the barometric input is not automatically temperature-compensated. 062.07.05.05.06 State that the correct altimeter setting is critical for the safe conduct of an RNP APCH using Baro-VNAV. 062.07.05.05.07 "State that an RNP APCH to LNAV/VNAV minima is a three-dimensional operation." 062.07.05.05.08 State that an RNP APCH to localiser performance with vertical guidance (LPV) minima is a three-dimensional operation. 062.07.05.05.09 State that RNP APCH to LPV minima requires a final approach segment (FAS) data block. 062.07.05.05.10 State that RNP approaches to LPV minima require SBAS. 062.07.05.05.11 State that the FAS data block is a standard data format to describe the final approach path. 062.07.05.06 Required navigation performance authorisation required approach (RNP AR APCH) 062.07.05.06.01 State that RNP AR APCH requires authorisation. 062.07.05.07 Advanced required navigation performance (A-RNP) 062.07.05.07.01 State that A-RNP incorporates the navigation specifications RNAV 5, RNAV 2, RNAV 1, RNP 2, RNP 1 and RNP APCH. 062.07.05.08.01 State that a PinS departure is a departure procedure designed for helicopters only. 062.07.05.08.02 State that a PinS departure procedure includes either a 'proceed VFR' or a 'proceed visually' instruction from the landing location to the initial departure fix (IDF). 062.07.05.08.03 Recognise the differences in the instructions 'proceed VFR' and 'proceed visually'. 062.07.05.09.01 State that a PinS approach procedure is an instrument RNP APCH procedure designed for helicopters only, and that it may be published with LNAV minima or LPV minima. 062.07.05.09.02 "State that a PinS approach procedure includes either a 'proceed VFR' or a 'proceed visually' instruction from the missed approach point (MAPt) to a landing location. 062.07.05.09.03 Recognise the differences between 'proceed VFR' and 'proceed visually'.

Niezawodność i diagnostyka urządzeń awioniki

K_W10, K_W13, K_U07, K_U13, K_U18

- Wprowadzenie do zagadnień niezawodności i diagnostyki, Podstawowe definicje i określenia niezawodności, Wskaźniki niezawodności, Niezawodność systemów lotniczych, Struktury niezawodnościowe i modele diagnostyczne systemów, Czynniki 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

- 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 molekularnej (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. Pomiar 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

| | |
|--|--|
| <p>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 ciepłe – mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania ciepłego gazów, ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, 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 niejednorodnym 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 i globalna cyrkulacja oceaniczna. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, budowa troposfery, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, klimaty Ziemi, komórka Hadley’a – przekształcenia energetyczne, strefa konwergencji równikowej, wiatr – mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, masy powietrza, fronty atmosferyczne, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, front zimny, ciepły i zokludowany, fale Rosby’ego, 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.</p> | <p>K_W16, K_U01, K_K03</p> |
| <p>Ochrona własności intelektualnej</p> | <p>K_W16, K_U01, K_K03</p> |
| <p>• 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</p> | <p>K_W16, K_U01, K_K03</p> |
| <p>Optymalizacja ruchu lotniczego</p> | <p>K_W14, K_U02, K_K07</p> |
| <p>• Wprowadzenie do zagadnień optymalizacji ruchu lotniczego. Terminologia używana w zarządzaniu ruchem lotniczym (Air Traffic Management, ATM). • Struktura przestrzeni powietrznej – strefy, sektory, drogi lotnicze, procedury żeglugi powietrznej. Wymiana informacji w europejskim systemie ATM. Planowanie przestrzeni – zasady i poziomy planowania, cykl AIRAC. • Przepływ ruchu lotniczego – klasyfikacja (general/operational air traffic); klasyfikacja użytkowników przestrzeni; ruch lotniczy w obszarze Europejskiej Konferencji Lotnictwa Cywilnego (ECAC area); ciągłość, efektywność, bezpieczeństwo przepływu ruchu lotniczego; przepływu ruchu lotniczego w przestrzeni przelotowej, strefach lotnisk i operacjach naziemnych. • Metody optymalizacji w ruchu lotniczym – rola optymalizacji w przepływie ruchu lotniczego; optymalizacja jedno- i wielokryterialna; optymalizacja jedno- i wielodyscyplinarna; funkcja celu, zmienne i ograniczenia. Optymalizacja w ATM z punktu widzenia przepływu ruchu lotniczego oraz struktury przestrzeni. • Podstawy teoretyczne wybranych metod optymalizacji, m.in.: ewolucyjna (monte carlo), systematycznego przeszukiwania, Branch and bound, Adaptive Simulated Annealing. • Metodologia wdrożenia nowych rozwiązań w ATM – analiza systemowa; obszary rozwoju (Key Performance Areas); wskaźniki oceny nowych rozwiązań (Performance Indicators); metody symulacyjne (Fast/Real-Time Simulations); ocena ekspercka; "cykl życia" rozwiązań ATM. • Dokumentacja projektów badawczo-rozwojowych w ATM – Concept of Operations (CONOPS), Operational Service and Environment Definition (OSED), Validation Plan (VALP), Validation Report (VALR) • Współczesne kierunki badawczo-rozwojowe w ATM • Wprowadzenie – możliwości wykorzystania systemów komputerowych w optymalizacji ruchu lotniczego. • Przegląd oprogramowania wykorzystywanego w pracach badawczo-rozwojowych ATM • Struktura baz danych europejskiego systemu ATM (pliki so6, baza osiągnięć samolotów BADA, EUROCONTROL Network Operations Portal) • Optymalizacja planu lotu w przestrzeni kontrolowanej z drogami lotniczymi oraz bez dróg lotniczych (Free Routing Airspace, FRA). Kryteria: kosztów, wpływu na środowisko, czasu lotu. Symulacje szybkie (Fast-Time Simulation, FTS), oprogramowanie Matlab. • Optymalizacja przepływu ruchu lotniczego w wybranych scenariuszach ruchu lotniczego w Europie. Kryteria: pojemność przestrzeni, opóźnienia. Symulacje FTS, oprogramowanie Matlab. • Optymalizacja sieci dróg lotniczych oraz FRA w przepływie ruchu lotniczego. Kryterium: minimalizacja elementów krytycznych ("bottle neck"). Symulacje FTS, oprogramowanie Matlab. • Wprowadzenie do oprogramowania ESCAPE Light (EUROCONTROL) – narzędzie symulacji RTS • Symulacje w czasie rzeczywistym (RTS) uproszczonego scenariusza ruchu lotniczego z wykorzystaniem oprogramowania ESCAPE Light.</p> | <p>K_W14, K_U02, K_K07</p> |
| <p>Osprzęt i sterowanie silnika</p> | <p>K_W03</p> |
| <p>• 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 wspomaganie w projektowaniu układów regulacji. Lotnicze czujniki pomiarowe. Pompa nurnikowa – element układu sterowania. 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.</p> | <p>K_W03</p> |
| <p>Planowanie lotu</p> | <p>K_W11, K_U01, K_U04, K_U05, K_U12, K_U18, K_K01</p> |
| <p>• Masa i wyważenie 1. Szczegółowe informacje na temat masy i wyważenia statku powietrznego. Dokumentacja masy i wyważenia dla samolotu jednosilnikowego tłokowego – omówienie i ćwiczenia praktyczne 2. Określanie pozycji środka ciężkości dla samolotu jednosilnikowego tłokowego – omówienie i ćwiczenia praktyczne 3. Rozmieszczenie ładunku w samolocie jednosilnikowym tłokowym – omówienie i ćwiczenia praktyczne • Planowanie lotu i monitorowanie lotu 1. Planowanie lotu dla lotów IFR a. Informacje ogólne b. Planowanie lotu IFR – samolot jednosilnikowy tłokowy, omówienie i ćwiczenia praktyczne 2. Planowanie paliwa a. Polityka paliwowa dla samolotów jednosilnikowych tłokowych o klasie osiągnięć B 3. Przygotowanie przed lotem a. Praktyczne planowanie lotu IFR samolotem jednosilnikowym tłokowym o klasie osiągnięć B – omówienie i ćwiczenia praktyczne • Plan lotu ATS – Wypełnianie planu lotu ATS – ćwiczenia praktyczne 1. Monitorowanie lotu i zmiana planowania w locie – Zagadnienia spotykane w praktyce</p> | <p>K_W11, K_U01, K_U04, K_U05, K_U12, K_U18, K_K01</p> |
| <p>Podstawy automatyki</p> | <p>K_W03, K_U06, K_U07, K_U08</p> |
| <p>• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki. Rodzaje i struktury układów sterowania. Modele matematyczne obiektów automatyki. • Metody analizy układów dynamicznych. Transmancja operatorowa i widmowa, charakterystyki czasowe i częstotliwościowe. • Struktura złożonych układów dynamicznych, systemy otwarte i zamknięte, przekształcanie schematów blokowych. • Struktura układów regulacji, sprzężenie zwrotne, obiekty, regulatory, czujniki pomiarowe, przetworniki analogowe</p> | <p>K_W03, K_U06, K_U07, K_U08</p> |

| | |
|---|---|
| <p>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</p> | |
| Podstawy automatyki | K_W01, K_W03, K_U06, K_U07, K_U08 |
| <p>• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki. Układy sterowania i automatycznej regulacji. Wprowadzenie do opisu matematycznego elementów i układów automatyki • Przekształcenia całkowe. Pojęcie transmitancji operatorowej i widmowej. Wyznaczanie charakterystyk czasowych układów dynamicznych; • Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych, ich znaczenie dla analizy funkcjonowania układów dynamicznych • Przekształcanie schematów blokowych, analiza funkcjonowania złożonych układów dynamicznych • Podstawowe elementy układów sterowania i automatycznej regulacji • Wymagania stawiane układom regulacji; stabilność, jakość dynamiczna, dokładność statyczna • Opis układów dynamicznych w przestrzeni stanów, rozwiązywanie i analiza rozwiązań równań stanu • Regulatory P, PI, PD, PID. Właściwości i dobór nastaw regulatora. • Układy nieliniowe, zagadnienia aproksymacji liniowej i nieliniowej. Regulacja dwu i trójpołożeniowa. Układy impulsowe • Układy cyfrowe w automatyce. Opis za pomocą funkcji logicznych; minimalizacja i realizacja układów cyfrowych • Bezpośrednie sterowanie cyfrowe, regulatory i sterowniki cyfrowe w lotnictwie • Zagadnienia identyfikacji i optymalizacji układów sterowania i procesów dynamicznych. • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Symulacja układów dynamicznych i układów automatycznej regulacji (Matlab) • Badanie stabilności układów automatycznej regulacji (Matlab) • Regulacja PID, dobór nastaw regulatorów i analiza działania układu</p> | |
| Podstawy elektroniki | K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01 |
| <p>• 1. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne biernie, parametry tolerancje wykonania, warunki pracy. Podzespoły półprzewodnikowe diody prostownicze, schoty, 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. Ograniczania w pracy elementów półprzewodnikowych • 2. 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. • 3. Układy analogowe. Wzmacniacze operacyjne, wzmacniacz odwracający, nieodwracający, wzmacniacz różnicowy, wtórnik, sumator analogowy, wzmacniacz logarytmujący, komparator analogowy, generatory napięcia sinusoidalnego, generatory przebiegów impulsowych, układy całkujące, układy różniczkujące analogowe układy kondycjonowania sygnałów. • 4. 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 • 5. Układy wyjściowe. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwo mechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 6. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemianą częstotliwości, transciwery. Nadawanie sygnałów radiowych, modulacje ciągłe, AM, FM. Modulacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny prętowe, anteny kierunkowe. • 7. 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. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na bramkach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtra dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Układ sumujący, układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.</p> | |
| Podstawy elektrotechniki | K_W04, K_U07, K_U08, K_K01 |
| <p>• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strąkowanie 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 prądu przemiennego. Trójkąt impedancji. Wykresy wskazówek 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.</p> | |
| Podstawy konstrukcji maszyn (S+C+Z) | K_W05, K_U08, K_U14, K_U16 |
| <p>• Wymagania stawiane wyrobom technicznym. Metodyka konstruowania w budowie maszyn. Kryteria oceny obiektów technicznych. Podstawy wytrzymałości zmęczeniowej. • Połączenia nierozłączne • Połączenia gwintowe • Osie i wały • Połączenia wał-piasta • Łożyiska toczne i ślizgowe • Sprzęgła mechaniczne • Przekładnie walcowe • Przekładnie cięgnowe • Przekładnie cierne • Projekt 1: Połączenia • Projekt 2: Reduktor jednostopniowy • Uzupełnienie dokumentacji studenta</p> | |
| Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B) | K_W05, K_U08, K_U14, K_U16, K_K01, K_K03, K_K06 |
| <p>• 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: przernaczenie, zasady kształtowania, obliczenia wytrzymałościowe • Połączenia wał-piasta: wpustowe, wielowypustowe, rozprężno-zaciskowe • Łożyiska toczne i ślizgowe • Sprzęgła mechaniczne • Przykłady obliczeń węzłów i części maszyn • Projekt 1: Połączenia • Projekt 2: Wał maszynowy • Uzupełnienie dokumentacji studenta</p> | |
| 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, K_U01

• Wprowadzenie do zarządzania. Istota, pojęcie, cechy, funkcje i płaszczyzny procesu zarządzania. Organizacja i jej otoczenie; cechy, typy i formy organizacji. • Ewolucja nauk o zarządzaniu. Szkoły w naukach o zarządzaniu. Klasyczne, przejściowe i nowoczesne koncepcje zarządzania. • Planowanie: istota, funkcje, etapy, zasady, modele. Rodzaje planów w organizacji. Strategia i podstawy analizy strategicznej. Istota procesu podejmowania decyzji; rodzaje decyzji, techniki podejmowania decyzji. Organizowanie działalności przedsiębiorstwa. Pojęcie, elementy, funkcje i zasady budowy struktur organizacyjnych. • Przewodzenie. Źródła i zasady sprawowania władzy. Przywództwo, cechy przywódcy i sytuacyjne modele przywództwa. Style kierowania. Role i zadania kierownicze, kompetencje i umiejętności. • Motywacja i motywowanie pracowników, teorie motywacji i motywowania, elementy procesu motywowania. Wybrane metody i narzędzia motywowania pracowników. Kontrola i controlling. Istota kontroli. Proces kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. Audyt - istota i rodzaje. • Pojęcie, rodzaje i modele komunikacji w zarządzaniu. Kultura organizacyjna i etyka w biznesie. Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością, pętla Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. • Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. Istota i zasady Lean Manufacturing. Metody i narzędzia doskonalenia procesów. • Podsumowanie zajęć, kolokwium zaliczeniowe i wystawienie ocen. • Analiza form organizacji - case study. Określenie misji, wizji i celów danej organizacji, analiza otoczenia. • Wykorzystanie narzędzi zarządzania - doskonalenia według koncepcji kaizen i reengineering. • Raport A3 i diagram Ishikawy - definiowanie przyczyn problemów i planowanie działań naprawczych • Opracowanie miesięcznego planu produkcji danego wyrobu po wykonaniu grafu/drzewa produktu i analizie zapotrzebowania. • Projektowanie struktury organizacyjnej - case study. Opracowanie założeń biznes planu dla wybranego przedsięwzięcia. • Analiza SWOT - case study. "Mapa myśli" - case study. • Projekt systemu kafeteryjnego motywowania i wynagradzania pracowników - case study • Trening asertywności, skuteczna pochwała, konstruktywna krytyka. Podsumowanie zajęć i wystawienie ocen

Pokładowe systemy sterowania

K_W10, K_U07, K_U08, K_U09, K_U16

• Wykład: 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 boczny; 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 pochylenia 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 • Treści zgodne z PART FCL dla licencji ATPL (A) 021.05.01.00 Aeroplane: primary flight controls 021.05.01.01 Definition and control surfaces 021.05.01.01.01 Define a 'primary flight control'. 021.05.01.01.02 List the following primary flight control surfaces: elevator, aileron, roll spoilers, flaperon; rudder. 021.05.01.01.03 List the various means of control surface actuation including: manual; fully powered (irreversible); partially powered (reversible). 021.05.01.02 Manual controls 021.05.01.02.01 Explain the basic principle of a fully manual control system. 021.05.01.03 Fully powered controls (irreversible) 021.05.01.03.01 Explain the basic principle of a fully powered control system. 021.05.01.03.02 Explain the concept of irreversibility in a flight control system. 021.05.01.03.03 Explain the need for a 'feel system' in a fully powered control system. 021.05.01.03.04 Explain the operating principle of a stabiliser trim system in a fully powered control system. 021.05.01.03.05 Explain the operating principle of rudder and aileron trim in a fully powered control system. 021.05.01.04 Partially powered controls (reversible) 021.05.01.04.01 Explain the basic principle of a partially powered control system. 021.05.01.04.02 Explain why a 'feel system' is not necessary in a partially powered control system. 021.05.01.05 System components, design, operation, indications and warnings, degraded modes of operation, jamming 021.05.01.05.01 List and describe the function of the following components of a flight control system: actuators; control valves; cables; electrical wiring; control surface position sensors. 021.05.01.05.02 Explain how redundancy is obtained in primary flight control systems of large transport aeroplanes. 021.05.01.05.03 Explain the danger of control jamming and the means of retaining sufficient control capability. 021.05.01.05.04 Explain the methods of locking the controls on the ground and describe 'gust or control lock' warnings. 021.05.01.05.05 Explain the concept of a rudder deflection limitation (rudder limiter) system and the various means of implementation (rudder ratio changer, variable stops, blow-back). 021.05.02.00 Aeroplane: secondary flight controls 021.05.02.01 System components, design, operation, degraded modes of operation, indications and warnings 021.05.02.01.01 Define a 'secondary flight control'. 021.05.02.01.02 List the following secondary flight control surfaces: lift-augmentation devices (flaps and slats); speed brakes; flight and ground spoilers; trimming devices such as trim tabs, trimmable horizontal stabiliser. 021.05.02.01.03 Describe secondary flight control actuation methods and sources of actuating power. 021.05.02.01.04 Explain the function of a mechanical lock when using hydraulic motors driving a screw jack. 021.05.02.01.05 Describe the requirement for limiting flight speeds for the various secondary flight control surfaces. 021.05.02.01.06 For lift-augmentation devices, explain the load-limiting (relief) protection devices and the functioning of an auto-retraction system. 021.05.02.01.07 Explain how a flap/slat asymmetry protection device functions, and describe the implications of a flap/slat asymmetry situation. 021.05.02.01.08 Describe the function of an auto-slat system. 021.05.02.01.09 Explain the concept of control surface blow-back (aerodynamic forces overruling hydraulic forces). 021.05.04.00 Aeroplane: fly-by-wire (FBW) control systems 021.05.04.01 Composition, explanation of operation, modes of operation 021.05.04.01.01 Explain that an FBW flight control system is composed of the following: pilot's input command (control column/sidestick/rudder pedals); electrical signalling paths, including: pilot input to computer, computer to flight control surfaces, feedback from aircraft response to computer; flight control computers; actuators; flight control surfaces. 021.05.04.01.02 State the advantages of an FBW system in comparison with a conventional flight control system including: weight; pilot workload; flight-envelope protection. 021.05.04.01.03 Explain why an FBW system is always irreversible. 021.05.04.01.04 Explain the different modes of operation: normal operation (e.g. normal law or normal mode); downgraded operation (e.g. alternate law or secondary mode); direct law. 021.05.04.01.05 Describe the implications of mode degradation in relation to pilot workload and flight-envelope protection. 021.05.04.01.07 For aircraft using sidestick for manual control, describe the implications of: dual control input made by the pilot; the control takeover facility available to the pilot. 021.05.04.01.09 Explain why several types of computers are needed and why they should be dissimilar. 021.05.04.01.10 Explain why several control surfaces on every axis are needed on FBW aircraft. 021.05.04.01.11 Explain why several sensors are needed on critical parameters. 022.06.01.00 General 022.06.01.01 Definitions and control loops 022.06.01.01.01 Describe the following purposes of an automatic flight control system (AFCS): enhancement of flight controls; reduction of pilot workload. 022.06.01.01.02 Define and explain the following two functions of an AFCS: aircraft control: stabilise the aircraft around its centre of gravity (CG); aircraft guidance: guidance of the aircraft's flight path. 022.06.01.01.03 Describe the following two automatic control principles: closed loop, where a feedback from an action or state is compared to the desired

action or state; open loop, where there is no feedback loop. 022.06.01.01.04 List the following elements of a closed-loop control system and explain their basic function: input signal; error detector; signal processor providing a measured output signal according to set criteria or laws; control element such as an actuator; feedback signal to error detector for comparison with input signal. 022.06.01.01.05 Describe how a closed-loop system may enter a state of self-induced oscillation if the system overcompensates for deviations from the desired state. 022.06.01.01.06 Explain how a state of self-induced oscillations may be detected and describe the effects of self-induced oscillations: aircraft controllability; aircraft safety; timely manual intervention as a way of mitigating loss of control; techniques that may be used to maintain positive control of the aircraft. 022.06.02.00 Autopilot system 022.06.02.01 Design and operation 022.06.02.01.01 Define the three basic control channels. 022.06.02.01.02 Define the three different types of autopilots: single or 1 axis (roll); 2 axes (pitch and roll); 3 axes (pitch, roll and yaw); 022.06.02.01.03 Describe the purpose of the following components of an autopilot system: flight control unit (FCU), mode control panel (MCP) or equivalent; flight mode annunciator (FMA) (see Subject 022 06 04 00); autopilot computer; actuator. 022.06.02.01.04 Explain the following lateral modes: heading (HDG)/track (TRK); VOR (VOR)/localiser (LOC); lateral navigation/managed navigation (LNAV or NAV). 022.06.02.01.05 Describe the purpose of control laws for pitch and roll modes. 022.06.02.01.06 Explain the following vertical modes: vertical speed (V/S); flight path angle (FPA); level change (LVL CHG)/open climb (OP CLB) or open descent (OP DES); speed reference system (SRS); altitude (ALT) hold; vertical navigation (VNAV)/managed climb (CLB) or descent (DES); glideslope (G/S). 022.06.02.01.07 Describe how the autopilot uses speed, aircraft configuration or flight phase as a measure for the magnitude of control inputs and how this may affect precision and stability. 022.06.02.01.08 Explain the following mixed modes: take-off; go-around; approach (APP). 022.06.02.01.09 Describe the two types of autopilot configurations and explain the implications to the pilot for either and when comparing the two principles: flight-deck controls move with the control surface when the autopilot is engaged; flight-deck controls remain static when the autopilot is engaged. 022.06.02.01.10 Describe the purpose of the following inputs and outputs for an autopilot system: attitude information; flight path/trajectory information; control surface position information; airspeed information; aircraft configuration information; FCU/MCP selections; FMAs. 022.06.02.01.11 Describe the purpose of the synchronisation function when engaging the autopilot and explain why the autopilot should be engaged when the aircraft is in trim. 022.06.02.01.12 Define the control wheel steering (CWS) mode as manual manoeuvring of the aircraft through the autopilot computer and autopilot servos/actuators using the control column/control wheel. 022.06.02.01.13 Describe the following elements of CWS: CWS as an autopilot mode; flight phases where CWS cannot be used; whether the pilot or the autopilot is controlling the flight path; the availability of flight path/performance protections; potential different feel and control response compared to manual flight. 022.06.02.01.14 Describe touch control steering (TCS) and highlight the differences when compared to CWS: autopilot remains engaged but autopilot servos/actuators are disconnected from the control surfaces; manual control of the aircraft as long as TCS button is depressed; autopilot servos/actuators reconnect when TCS button is released and the autopilot returns to previously engaged mode(s). 022.06.02.01.15 Explain that only one autopilot may be engaged at any time except for when APP is armed in order to facilitate a fail-operational autoland. 022.06.02.01.16 Explain the difference between an armed and an engaged mode: not all modes have an armed state available; a mode will only become armed if certain criteria are met; an armed mode will become engaged (replacing the previously engaged mode, if any) when certain criteria are met. 022.06.02.01.17 Describe the sequence of events when a mode is engaged and the different phases: initial phase where attitude is changed to obtain a new trajectory in order to achieve the new parameter; the trajectory will be based on rate of closure which is again based on the difference between the original parameter and the new parameter; capture phase where the aircraft will follow a predefined rate of change of trajectory to achieve the new parameter without overshooting/undershooting; tracking or hold phase where the aircraft will maintain the set parameter until a new change has been initiated. 022.06.02.01.18 Explain automatic mode reversion and typical situations where it may occur: no suitable data for the current mode such as flight plan discontinuity when in LNAV/managed NAV; change of parameter during capture phase for original parameter such as change of altitude target during ALT ACQ/ALT*; mismanagement of a mode resulting in engagement of the autopilot envelope protection, e.g. selecting excessive V/S resulting in a loss of speed control. 022.06.02.01.19 Explain the dangers of mismanagement of the following modes: use of V/S and lack of speed protection, i.e. excessive V/S or FPA may be selected with subsequent uncontrolled loss or gain of airspeed; arming VOR/LOC or APP outside the protected area of the localiser or ILS. 022.06.02.01.20 Describe how failure of other systems may influence the availability of the autopilot and how incorrect data from other systems may result in an undesirable aircraft state, potentially without any failure indications. Explain the importance of prompt and appropriate pilot intervention during such events. 022.06.02.01.21 Explain an appropriate procedure for disengaging the autopilot and why both aural and visual warnings are used to indicate that the autopilot is being disengaged: temporary warning for intended disengagement using the design method; continuous warning for unintended disengagement or using a method other than the design method. 022.06.02.01.22 Explain the following regarding autopilot and aircraft with manual trim: the autopilot may not engage unless the aircraft controls are in trim; the aircraft will normally be in trim when the autopilot is disconnected; use of manual trim when the autopilot is engaged will normally lead to autopilot disconnection and a risk of an out-of-trim situation. 022.06.03.00 Flight director: design and operation 022.06.03.01 Purpose, use, indications, modes, data 022.06.03.01.01 Explain the purpose of a flight director system. 022.06.03.01.02 Describe the different types of display: pitch and roll crossbars; V-bar. 022.06.03.01.03 "Explain the differences between a flight director and an autopilot and how the flight director provides a means of cross-checking the control/guidance commands sent to the autopilot." 022.06.03.01.04 Explain why the flight director must be followed when engaged/shown, and describe the appropriate use of the flight director: flight director only; autopilot only; flight director and autopilot; typical job-share between pilots (pilot flying (PF)/pilot monitoring (PM)) for selecting the parameters when autopilot is engaged versus disengaged; highlight when the flight director should not be followed or should be disengaged.. 022.06.03.01.05 Give examples of different scenarios and the resulting flight director indications. 022.06.03.01.06 Explain that the flight director computes and indicates the direction and magnitude of control inputs required in order to achieve an attitude to follow a trajectory. 022.06.03.01.07 Explain how the modes available for the flight director are the same as those available for the autopilot, and that the same panel (FCU/MCP) is normally used for selection. 022.06.03.01.08 Explain the importance of checking the FMC data or selected autopilot modes through the FMA when using the flight directors. If the flight directors are showing incorrect guidance, they should not be followed and should be turned off. 022.06.04.00 Aeroplane: flight mode annunciator (FMA) 022.06.04.01 Purpose, modes, display scenarios 022.06.04.01.01 Explain the purpose of FMAs and their importance being the only indication of the state of a system rather than a switch position. 022.06.04.01.02 Describe where the FMAs are normally shown and how the FMAs will be divided into sections (as applicable to aircraft complexity): vertical modes; lateral modes; autothrust modes; autopilot and flight director annunciators; landing capability. 022.06.04.01.03 Explain why FMAs for engaged or armed modes have different colour or different font size. 022.06.04.01.04 Describe the following FMA display scenarios: engagement of a mode; mode change from armed to becoming engaged; mode reversion. 022.06.04.01.05 Explain the importance of monitoring the FMAs and announcing mode changes at all times (including when selecting a new mode) and why only certain mode changes will be accompanied by an aural notification or additional visual cues. 022.06.04.01.06 Describe the consequences of not understanding what the FMAs imply or missing mode changes, and how it may lead to an undesirable aircraft state. 022.06.05.00 Autoland 022.06.05.01 Design and operation 022.06.05.01.01 Explain the purpose of an autoland system. 022.06.05.01.02 Explain the significance of the following components required for an autoland: autopilot; autothrust; radio altimeter; ILS receivers. 022.06.05.01.03 Explain the following terms (reference to CS-AWO 'All Weather Operations'): fail-passive automatic landing system; fail-operational automatic landing system; fail-operational hybrid landing system; alert height. 022.06.05.01.04 Describe the autoland sequence including the following: FMAs regarding the landing capability of the aircraft; the significance of monitoring the FMAs to ensure the automatic arming/engagement of modes triggered by defined radio altitudes or other thresholds; in the event of a go-around, that the aircraft performs the go-around manoeuvre both by reading the FMAs and supporting those readings by raw data; during the landing phase, that 'FLARE' mode engages at the appropriate radio altitude, including typical time frame and actions if 'FLARE' does not engage; after landing, that 'ROLL-OUT' mode engages and the significance of disconnecting the autopilot prior to vacating the runway. 022.06.05.01.05 Explain that there are operational limitations in order to legally perform an autoland beyond the technical capability of the aircraft. 022.06.05.01.06 Explain the purpose and significance of alert height, describe the indications and implications, and consider typical pilot actions for a failure situation: above the alert height; below the alert height. 022.06.05.01.07 Describe typical failures that, if occurring below the alert height, will trigger a warning: all autopilots disengage; loss of ILS signal or components thereof; excessive ILS deviations; radio-altimeter failure. 022.06.05.01.08 Describe how the failure of various

systems, including systems not directly involved in the autoland process, can influence the ability to perform an autoland or affect the minima down to which the approach may be conducted. 022.06.05.01.09 Describe the fail-operational hybrid landing system as a primary fail-passive automatic landing system with a secondary independent guidance system such as a head-up display (HUD) to enable the pilot to complete a manual landing if the primary system fails. 022.08.01.00 Trim systems 022.08.01.01 Design and operation 022.08.01.01.01 Explain the purpose of the trim system and describe the layout with one trim system for each control axis, depending on the complexity of the aircraft. 022.08.01.01.02 Give examples of trim indicators and their function, and explain the significance of a 'green band/area' for the pitch trim. 022.08.01.01.03 Describe and explain an automatic pitch-trim system for a conventional aeroplane. 022.08.01.01.04 Describe and explain an automatic pitch-trim system for an FBW aeroplane and that it is also operating during manual flight; however, during certain phases it may be automatically disabled to alter the handling characteristics of the aircraft. 022.08.01.01.05 Describe the consequences of manual operation on the trim wheel when the automatic pitch-trim system is engaged. 022.08.01.01.06 Describe and explain the engagement and disengagement conditions of the autopilot according to trim controls. 022.08.01.01.07 Define 'Mach trim' and state that the Mach-trim system can be independent. 022.08.01.01.08 Describe the implications for the pilot in the event of a runaway trim or significant out-of-trim state. 022.08.02.00 Yaw damper 022.08.02.01 Design and operation 022.08.02.01.01 Explain the purpose of the yaw-damper system. 022.08.02.01.02 Explain the purpose of the Dutch-roll filter (filtering of the yaw input signal). 022.08.02.01.03 Explain the operation of a yaw-damper system and state the difference between a yaw-damper system and a 3-axis autopilot operation on the rudder channel. 022.08.03.00 Flight-envelope protection (FEP) 022.08.03.01 Purpose, input parameters, functions 022.08.03.01.01 Explain the purpose of the FEP. 022.08.03.01.02 Explain typical input parameters to the FEP: AoA; aircraft configuration; airspeed information. 022.08.03.01.03 Explain the following functions of the FEP: stall protection; overspeed protection. 022.08.03.01.04 Explain how the stall-protection function and the overspeed-protection function apply to both mechanical/conventional and FBW control systems, but other functions (e.g. pitch or bank limitation) can only apply to FBW control systems. 022.09.01.00 Autothrust system 022.09.01.01 Purpose, operation, overcompensation, speed control 022.09.01.01.01 Describe the purpose of the autothrust system and explain how the FMAs will be the only indication on active autothrust modes. 022.09.01.01.02 Explain the operation of an autothrust system with regard to the following modes: take-off/go-around (TOGA); climb or maximum continuous thrust (MCT), N1 or EPR targeted (THR CLB, THR MCT, N1, THR HOLD, EPR); speed (SPEED, MCP SPD); idle thrust (THR IDLE, RETARD/ARM); landing (RETARD, THR IDLE). 022.09.01.01.03 Describe the two main variants of autothrust systems: mode selections available on the FCU/MCP and thrust levers move with autothrust commands; mode selections made using the thrust levers which remain static during autothrust operation. 022.09.01.01.04 Explain how flight in turbulence/wind shear giving fluctuating airspeed indications may lead to the autothrust overcompensating in an oscillating manner and that manual thrust may be required to settle the airspeed. Airspeed indications/trend vectors may give an indication of appropriate thrust adjustments but any reaction should not be too aggressive. 022.09.01.01.05 Explain the threats associated with the use of autothrust resulting in the pilot losing the sense of energy awareness (e.g. speed, thrust). 022.09.01.01.06 Explain the relationship between autopilot pitch modes and autothrust modes, and how the autopilot and autothrust will interact upon selecting modes for one of the systems. 022.09.01.01.07 Explain the principles of speed control and how speed can be controlled: by varying the engine thrust; by varying the aircraft pitch. 022.09.01.01.08 Explain the potential implications on speed control when the autothrust controls speed and the autopilot pitch channel has a fixed pitch target for the following mode combinations: MCP SPD/SPEED and ALT HOLD/ALT; MCP SPD/SPEED and VSP (climb); MCP SPD/SPEED and VSP (descent). 022.09.01.01.09 Explain the potential implications on speed control when the autothrust has a fixed thrust target and the autopilot pitch channel controls speed for the following mode combinations: N1/THR CLB and LVL CHG/OP CLB; ARM/THR IDLE and LVL CHG/OP DES. 081.05.07.00 Fly-by-wire (FBW) 081.05.07.01 Control laws 081.05.07.01.01 Explain which parameters may be controlled in level flight with the pitch control law. 081.05.07.01.02 Explain the advantages of using the CG position in the FBW system 081.05.07.01.03 Explain what type of flight-degraded control laws may be available in case of failure. 081.05.07.01.04 Explain what are hard and soft protections.

| | |
|--|---|
| Pokładowe systemy sterowania 1 | K_W10, K_W11, K_U06, K_U07, K_U09 |
| <ul style="list-style-type: none"> Wykład: 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 boczny; przykłady (skala Coopera-Harpera), interpretacja. Zastosowanie wzmacniaczy siły (np. hydraulicznych) w układach ręcznego sterowania: schemat, zasadnicze właściwości, funkcje. Podsystemy układu sterowania wspomagane: 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 pochylenia 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 | |
| Pokładowe systemy sterowania 2 | K_W03, K_W10, K_U06, K_U07, K_U09, K_U14 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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 | |
| Praca dyplomowa | K_W12, K_U01, K_U03, K_U18, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> Materiał dotyczący tematu rozprawy inżynierskiej lub magisterskiej | |
| Praca dyplomowa | K_W08, K_W09, K_U01, K_U03, K_U08, K_K01, K_K03 |
| <ul style="list-style-type: none"> posiada uporządkowaną wiedzę na temat materiałów inżynierskich, technik wytwarzania, technologii oraz metod pomiarowych stosowanych w lotnictwie umożliwiającą prowadzenie własnego złożonego projektu • ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu silników lotniczych umożliwiającą wykonanie pracy z zakresu silników lotniczych • potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (także w języku obcym), integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie • potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego i przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji tego zadania a także przedstawić krótką prezentację dotyczącą zadania, wyników i wniosków • potrafi rozwiązywać postawione w ramach pracy inżynierskiej zadania inżynierskie wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne • poprzez samodzielne wykonanie pracy inżynierskiej rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się - podnosi kwalifikacje zawodowe, osobiste i społeczne • korzystając z wielu źródeł wiedzy ma świadomość ważności zachowania się w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej | |
| Praca dyplomowa | K_W08, K_W09, K_U01, K_U03, K_U08, K_K01, K_K03 |
| <ul style="list-style-type: none"> posiada uporządkowaną wiedzę na temat materiałów inżynierskich, technik wytwarzania, technologii oraz metod pomiarowych stosowanych w lotnictwie umożliwiającą prowadzenie własnego złożonego projektu • ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu samolotów • potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (także w języku obcym), integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie • potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego i przygotować tekst zawierający omówienie wyników | |

| | |
|---|--|
| realizacji tego zadania a także przedstawić krótką prezentację dotyczącą zadania, wyników i wniosków • potrafi rozwiązywać postawione w ramach pracy inżynierskiej zadania inżynierskie wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne • poprzez samodzielne wykonanie pracy inżynierskiej rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się - podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych • korzystając z wielu źródeł wiedzy ma świadomość ważności zachowania się w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej | |
| Praca dyplomowa | K_W10, K_W13, K_U01, K_U03, K_U18, K_K05, K_K06, K_K08 |
| • Zdefiniowanie tematu i zakresu pracy i zadań do wykonania. Konsultacja realizacji dyplomowej pracy inżynierskiej. Ocena pracy. | |
| Praktyka produkcyjna | K_W13, K_W14, K_U18, K_K07 |
| • 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. | |
| Prawo i przepisy lotnicze | K_W14 |
| • Geneza i podstawy tworzenia prawa lotniczego • Akty prawne krajowe i międzynarodowe regulujące działalność lotniczą • Sposoby egzekwowania i skutki nieprzestrzegania prawa regulującego działalność lotniczą • Procedury operacyjne jako specyficzna część prawa i przepisów obowiązujących w lotnictwie. | |
| Prawo lotnicze (Z) | K_W14, K_K03 |
| • Geneza i podstawy tworzenia prawa lotniczego • Akty prawne krajowe i międzynarodowe regulujące działalność lotniczą • Sposoby egzekwowania i skutki nieprzestrzegania prawa regulującego działalność lotniczą • Procedury operacyjne jako specyficzna część prawa i przepisów obowiązujących w lotnictwie. | |
| Prawo lotnicze i przepisy 1 | K_W14, 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 montrealaska 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 nagłej Lotniskowe sygnały świetlne Znaki poziome Sygnały przekazywane pomiędzy pilotem i koordynatorem ruchu naziemnego (marshaller) | |
| Prawo lotnicze i przepisy 2 | K_W14, 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 Umieszczenie 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 nagłej 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 zapewnijające 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 Dołoty Kolejowanie 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 Wskazywanie 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 | |
| Prawo lotnicze i przepisy 3 | K_W14, K_K03 |
| • 010 04 00 00 Licencjonowanie personelu. Załącznik 1 ICAO; Przepisy PART FCL: Wymagania ogólne, Wymagania dla wydania poszczególnych licencji, Wymagania dla wydania poszczególnych uprawnień, Wykonywanie czynności lotniczych w wieku powyżej 60 lat, Wymagania Part MED: informacje istotne dla członka personelu lotniczego; Przepisy krajowe dotyczące licencjonowania • 010 06 00 00 Procedury służb żeglugi powietrznej: operacje statków powietrznych. Procedury w lotach według wskazań przyrządów: Procedury odlotu: Ogólnokierunkowe, Standardowe odloty według wskazań przyrządów. Sposób publikowania informacji; Procedury dołotu i podejścia: Procedury dołotu (STAR), Typy podejść, Segmenty podejścia, Wysokość przewyższenia nad przeszkodami dla różnych typów podejść i różnych segmentów; Dokładność określenia pozycji; Procedury oczekiwania; Równoczesne operacje na pasach równoległych; Procedury nastawiania wysokościomierzy: Definicje związane z nastawami wysokościomierzy, Procedury nastawiania wysokościomierzy, Sprawdzenie wysokościomierzy przed lotem. • 010 13 00 00 Badanie wypadków i incydentów lotniczych. Definicje; Cele badania; Obowiązki i prawa państw: zaistnienia wypadku, rejestracji operatora i samolotu, wykonawcy projektu i konstrukcji samolotu. • 010 09 00 00 Lotniska lub lotniska dla śmigłowców: typy lotnisk, części lotnisk, kod referencyjny lotniska, istotne dla załóg dane operacyjne lotniska, drogi startowe – istotne parametry, drogi kołowania – istotne parametry, płyty – istotne parametry. | |
| Procedury operacyjne | K_W12, K_U02, K_K03, K_K07 |
| • 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 Świadczeń 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 zawracanych 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 Świadczeń 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 użytkownika samolotu w locie (Airplane Flight Manual - AFM). Odladanie na ziemi: warunki dla powstawania oblodzenia, definicje i rozpoznawanie oblodzenia na ziemi i w powietrzu, odladanie zapobieganie oblodzeniu, rodzaje płynów odladzających, pogorszenie osiągnięć na ziemi i w powietrzu. Ryzyko związane ze zderzeniami z ptakami i unikanie. Ograniczenie 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 przerwaniu startu i lądowaniu, dym w kabinie załogi i pasażerskiej (skutki i podejmowane działania). Dekompresja kabiny hermetycznej: dekompresja powolna, dekompresja gwałtowna lub eksplozywna, niebezpieczeństwa i podejmowane działania. Uskok wiatru, mikrozaburzenia atmosfery: definicje i opis, skutki i rozpoznawanie 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 wodowaniu), 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 osiągnięć.

| | |
|--|--------------|
| Projektowanie i dobór zespołu napędowego | K_W06, K_W09 |
|--|--------------|

- Student poznaje zagadnienia związane z charakterystykami silników lotniczych i ich doboru do samolotu
- Student poznaje sposoby projektowania elementów kompleksowego zespołu napędowego samolotu
- Student poznaje sposoby wyznaczania osiągnięć zespołu napędowego w czasie misji samolotu

| | |
|---|-----------------------------------|
| 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

| | |
|------------------------|--|
| Projektowanie samolotu | K_W02, K_W08, K_W12, K_U04, K_U05, K_U06, K_U18, 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 procesu 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

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Projektowanie silników lotniczych | K_W07, K_W09 |
|-----------------------------------|--------------|

- Proces konstrukcyjnego i technologicznego przygotowania produkcji seryjnej. Wytczne 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 dysy 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 hum. -psychologia lotnicza | K_W13, K_K03 |
|--------------------------------------|--------------|

- Zapoznanie studentów z zakresem i przedmiotem zajęć. Ogólne wiadomości o czynniku ludzkim w lotnictwie (parszywa dwunastka, model SHELL, model Sera Szwajcarskiego)
- Układ wzrokowy: budowa oka, cechy widzenia, wady układu wzrokowego, złudzenia optyczne, (temat realizowany pod kątem zagadnień związanych z projektowaniem statków powietrznych)
- Układ słuchowy i błędnik: budowa ucha środkowego i wewnętrznego, błędnik, środowisko akustyczne pracy, ochrona słuchu.
- Komunikacja: ogólne zasady komunikacji, komunikacja językowa, komunikacja werbalna, komunikacja niewerbalna, omówienie metod pozwalających na skuteczną komunikację
- Zarządzanie zasobami ludzkimi w zespole: typy charakterów, budowanie zespołu, przywództwo, facylitacja społeczna
- Współpraca człowiek - maszyna: omówienie zagadnień związanych z ergonomią kokpitu, budowanie interfejsów człowiek-maszyna, pozyskiwanie informacji z przyrządów pokładowych

| | |
|---|--|
| • Błędy ludzkie: omówienie przyczyn wybranych wypadków lotniczych • Stres, hierarchia potrzeb, Q&A | |
| Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza | K_W14, K_W15, K_K03 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie studentów z zakresem i przedmiotem zajęć. Ogólne wiadomości o czynniki ludzkim w lotnictwie (parszywa wzrokowa, model SHELL, model Sera Szwajcarskiego) • Układ wzrokowy: budowa oka, cechy widzenia, wady układu wzrokowego, złudzenia optyczne, (temat realizowany pod kątem zagadnień związanych z projektowaniem statków powietrznych) • Układ słuchowy i błędnik: budowa ucha środkowego i wewnętrznego, błędnik, środowisko akustyczne pracy, ochrona słuchu. • Komunikacja: ogólne zasady komunikacji, komunikacja językowa, komunikacja werbalna, komunikacja niewerbalna, omówienie metod pozwalających na skuteczną komunikację • Zarządzanie zasobami ludzkimi w zespole: typy charakterów, budowanie zespołu, przywództwo, facylitacja społeczna • Współpraca człowiek - maszyna: omówienie zagadnień związanych z ergonomią kokpitu, budowanie interfejsów człowiek-maszyna, pozyskiwanie informacji z przyrządów pokładowych • Błędy ludzkie: omówienie przyczyn wybranych wypadków lotniczych • Stres, hierarchia potrzeb, Q&A | |
| Przekładnie lotnicze | K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U04, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 walcowe, stożkowe i obiegowe jedno i wielodrożne. • Dobór przelozień przekładni złożonych i poszczególnych stopni przekładni prostych. Wyznaczanie prędkości i momentów obrotowych. • Wybrane zagadnienia z teorii uzębień i ząbów. Dobór podstawowych cech przekładni. • Metody obliczeń wytrzymałościowych zębów kół. Konstrukcja 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 zębatach, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeńowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt II. Wykonać projekt przekładni planetarnej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeńowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt III. Wykonać projekt przekładni stożkowej z zębami kołowo-łukowymi. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeńowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. • Projekt IV. Wykonać projekt istniejącego reduktora i przekładni lotniczej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach, dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeńowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. | |
| Przyrządy pokładowe | K_W10, K_U09, K_U12, K_U14 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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. | |
| Przyrządy pokładowe (Z) | K_W10, K_W12 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Bezkarданowy 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. • Nawigacja inercjalna. Koncepcja. Typy. Algorytmy. • Nawigacja zintegrowana. Wprowadzenie do filtru Kalmana. Wyprowadzenie równań pozwalających wyznaczyć wzmocnienie filtru Kalmana dla przypadku jednowymiarowego. Liniowy i rozszerzony filtr Kalmana. Wykorzystanie filtru Kalmana do korekcji w układzie odniesienia i kursu. Algorytmy załączania korekcji. • Architektura układów awioniki. Rozwiązania architektury awioniki i ich wpływ na problemy zarządzania flotą samolotów • 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 | |
| Seminarium dyplomowe | K_W10, K_W12, K_U01, K_U03, K_K06, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zajęcia wprowadzające. Dyplomowa praca inżynierska: cel poznawczy i dydaktyczny, zadanie techniczne i zakres pracy. Metodyka badań naukowych, poszerzona wiedza na temat technik badawczych. Technika pisania pracy dyplomowej: zawartość, układ, studia literaturowe, badania, obliczenia, prace projektowe, dokumentacja, odsyłacze literaturowe. Redakcja pracy dyplomowej: spis treści, wykaz oznaczeń, wstęp, zawartość merytoryczna, wnioski, wykaz literatury, dodatki i uzupełnienia. Forma pracy, streszczenie. Egzamin dyplomowy: zakres i forma egzaminu, technika referowania pracy dyplomowej. Referaty indywidualne. Tematyka referatów prezentowanych przez studentów: <ul style="list-style-type: none"> • Wybrane zagadnienie z pracy dyplomowej. • Dowolny temat z zakresu techniki lotniczej istotny dla lotnictwa cywilnego. Przygotowanie i wygłoszenie referatu: <ul style="list-style-type: none"> • Informacja o temacie i zakresie opracowywanego tematu, • Konspekt referatu, • Wygłoszenie referatu (ok. 20 min.), zalecana jest prezentacja multimedialna, • Dyskusja, oceniana jest umiejętność argumentowania, • Suplement (odpowiedzi na pytania, ewentualne uzupełnienie referatu), • Tekst referatu przygotowany w formie zgodnej z wymaganiami redakcyjnymi. Podsumowanie, omówienie referatów i sposobu ich prezentacji | |
| Seminarium dyplomowe | K_W11, K_W14, K_W16, K_U03, K_U05, K_K03, K_K06, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Treści kształcenia i zakres zadań realizowanych w ramach pracy sformułowana są przez promotora pracy. • W ramach seminarium treści te są dyskutowane, co poszerza zakres wiedzy każdego dyplomanta | |
| Seminarium dyplomowe | K_W09, K_W14, K_W16, K_U02, K_K06 |
| <ul style="list-style-type: none"> • ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu dyscyplin związanych z projektowaniem i badaniami silników lotniczych • przygotowując pracę i korzystając z baz danych ma podstawową wiedzę ochrony własności intelektualnej i prawa patentowe • posługuje się językiem technicznym właściwym dla dziedziny bad • prezentując wyniki swoich badań rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu (m.in. poprzez środki masowego przekazu) informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i nabywa umiejętność przekazywania wiedzy w sposób zrozumiały | |
| Seminarium dyplomowe | K_W12, K_W16, K_U01, K_U03, K_K06, K_K08 |

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Zajęcia wprowadzające. Dyplomowa praca inżynierska: cel poznawczy i dydaktyczny, zadanie techniczne i zakres pracy. Metodyka badań naukowych, poszerzona wiedza na temat technik badawczych. Technika pisanie pracy dyplomowej: zawartość, układ, studia literaturowe, badania, obliczenia, prace projektowe, dokumentacja, odsyłacze literaturowe. Redakcja pracy dyplomowej: spis treści, wykaz oznaczeń, wstęp, zawartość merytoryczna, wnioski, wykaz literatury, dodatki i uzupełnienia. Forma pracy, streszczenie. Egzamin dyplomowy: zakres i forma egzaminu, technika referowania pracy dyplomowej. Referaty indywidualne. Tematyka referatów prezentowanych przez studentów: Wybrane zagadnienie z pracy dyplomowej, Dowolny temat z zakresu techniki lotniczej istotny dla lotnictwa cywilnego. Przygotowanie i wygłoszenie referatu: Informacja o temacie i zakresie opracowywanego tematu, Konspekt referatu, Wygłoszenie referatu (ok. 20 min.), zalecana jest prezentacja multimedialna, Dyskusja, oceniana jest umiejętność argumentowania, Suplement (odpowiedzi na pytania, ewentualne uzupełnienie referatu), Tekst referatu przygotowany w formie zgodnej z wymaganiami redakcyjnymi. Podsumowanie, omówienie referatów i sposobu ich prezentacji | |
| Seminarium dyplomowe | K_W12, K_W16 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zajęcia wprowadzające. Dyplomowa praca inżynierska: cel poznawczy i dydaktyczny, zadanie techniczne i zakres pracy. Metodyka badań naukowych, poszerzona wiedza na temat technik badawczych. Technika pisanie pracy dyplomowej: zawartość, układ, studia literaturowe, badania, obliczenia, prace projektowe, dokumentacja, odsyłacze literaturowe. Redakcja pracy dyplomowej: spis treści, wykaz oznaczeń, wstęp, zawartość merytoryczna, wnioski, wykaz literatury, dodatki i uzupełnienia. Forma pracy, streszczenie. Egzamin dyplomowy: zakres i forma egzaminu, technika referowania pracy dyplomowej. Referaty indywidualne. Tematyka referatów prezentowanych przez studentów: Wybrane zagadnienie z pracy dyplomowej, Dowolny temat z zakresu techniki lotniczej istotny dla lotnictwa cywilnego. Przygotowanie i wygłoszenie referatu: Informacja o temacie i zakresie opracowywanego tematu, Konspekt referatu, Wygłoszenie referatu (ok. 20 min.), zalecana jest prezentacja multimedialna, Dyskusja, oceniana jest umiejętność argumentowania, Suplement (odpowiedzi na pytania, ewentualne uzupełnienie referatu), Tekst referatu przygotowany w formie zgodnej z wymaganiami redakcyjnymi. Podsumowanie, omówienie referatów i sposobu ich prezentacji | |
| Silniki lotnicze | K_W09, K_U01, K_U12, K_K03 |
| <ul style="list-style-type: none"> • "Wprowadzenie" - Przepisy budowy silników lotniczych - zarys, - Systemy projektowania silników lotniczych - zarys, • Obciążenia silnika turbinowego podczas pracy na ziemi i w powietrzu, warunki bezpiecznego użytkowania • Silnik turbinowy jako obiekt sterowania - informacje dostępne dla pilota • Krwioobieg układu napędowego - Instalacje (paliwowe, olejowe, elektryczne) • Rozwiązania konstrukcyjne silników lotniczych - TSO, DTSO, TSS, APU • Część zimna silnika turbinowego • Część gorąca silnika turbinowego • Wybrane zagadnienia z zakresu silników turbinowych | |
| Silniki lotnicze i kosmiczne | K_W07, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U18, K_K01, K_K07, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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, przeciwsołbne („boxer”), gwiazdowe, widlaste. Główne zespoły konstrukcyjne silnika tłokowego spaliniowego- zarys konstrukcji. Kinematyka układu korbowo-tłokowego. Podstawy procesów tworzenia mieszanek 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, wyznaczenie 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 ciągu i wymiarowanie silnika przepływowego. Model wyznaczenia 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 i wiroplaty | K_W07, K_W11, K_W12, K_U01, K_U06, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Aerodynamika śmigieł: Geometryczne charakterystyki śmigła. Doświadczalne charakterystyki aerodynamiczne śmigieł. Różne układy współczynników aerodynamicznych śmigła. Posuw śmigła. Beźśrednicowe 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 Prandla. • 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 i wiatrakowca 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 przeciwołbiodzeniowa. 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 stałobrotowego 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: wyznaczenie geometrii śmigła dla danego 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. | |
| Środowisko zawodowe | K_W14, K_U02, K_K03 |
| <ul style="list-style-type: none"> • TEMAT PEN 1 – SZKOLENIE ZAPOZNAWCZE • TEMAT PEN 2 – UŻYTKOWNICY PRZESTRZENI POWIETRZNEJ • TEMAT PEN 3 – RELACJE Z KLIENTAMI • TEMAT PEN 4 – OCHRONA ŚRODOWISKA | |

| | |
|--|--|
| Statki powietrzne | K_W06, K_W08, K_W11, K_W12, K_U08, K_K01, K_K03, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Rodzaje statków powietrznych. Pojęcia podstawowe. Źródła i podział obciążeń. Współczynnik obciążenia w manewrach sterowanych i niesterowanych. • Współczynnik obciążenia w locie poziomym ustalonym. Współczynnik obciążenia w manewrach kontrolowanych i niekontrolowanych. • Obciążenia od burzliwej atmosfery. Podmuch ostrokrawędziowy i współczynnik złagodzenia podmuchu. Ograniczenia fizjologiczne wartości współczynnika obciążenia. • Obciążenia dopuszczalne i niszczące. Współczynnik bezpieczeństwa. Normowanie obciążeń. Przepisy budowy statków powietrznych - klasy ciężarowe i kategorie osiąagowe. Kategorie samolotów. • Krzywa obciążeń sterowanych. Ograniczenia fizyczne i formalne. Współczynniki obciążenia i prędkości obliczeniowe. • Krzywa obciążeń od burzliwej atmosfery. Obwiednia obciążeń dopuszczalnych. Obciążenia wymiarujące. • Rozkład współczynnika siły nośnej na płacie. Zwiczerzenie geometryczne i aerodynamiczne. Wpływ zwiczerzenia na rozkład współczynnika siły nośnej. Obciążenia powierzchni nośnej. Składowe wysiłku przekroju. Składowe normalne i styczne. • Pojęcie środka sił poprzecznych. Skręcanie. Wyznaczanie składowych sił wewnętrznych. Skrzydło wolnonośne a skrzydło zastrzałowe. Wpływ agregatów na przebiegi sił wewnętrznych. • Obciążenia usterzeń i kadłuba. Obciążenia przy lądowaniu. Pozostałe źródła obciążeń. • Materiały wykorzystywane w lotnictwie. Podziały konstrukcyjne samolotu. Problematyka odwzorowania geometrii płatowca. • Struktury skrzydła - schematy statyczne. • Struktury kadłuba. Węzły kadłub - skrzydło. • Konstrukcja usterzeń. Konstrukcja elementów mechanizacji płata. Problematyka utraty stateczności w lotnictwie. • Mechaniczne układy sterowania (w kabynie pilota, sterów, kłap, lotek, podwozia, zespołu napędowego...). • Wybrane zagadnienia konstrukcji samolotów. Problematyka doboru i łączenia materiałów. Kolokwium zaliczeniowe. • Wyznaczenie współczynnika obciążenia w manewrach sterowanych i niesterowanych. Określanie obciążenia podczas lotu, lądowania i w czasie ruchu po ziemi. przegląd rozwiązań stosowanych w technice lotniczej na przykładzie wybranego elementu. | |
| Stewowanie zespołami napędowymi | K_W03, K_U06, K_U08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 lądowania. 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 wydzielenia 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. Korektery 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 wspomaganie w projektowaniu układów regulacji. Lotnicze czujniki pomiarowe. Pompa nurnikowa – element układu sterowania. 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. | |
| Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych | K_W05, K_W08, K_W12, K_U01, K_U06, K_K03, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie studentów z filozofią pracy w współczesnych systemach CAD. Omówienie interfejsu oprogramowania. Zapoznanie z modelem do modelowania bryłowego. Zamodelowanie reprezentacyjnego przykładowego detalu. • Omówienie metodyki tworzenia dokumentacji płaskiej w systemach CAD. Wykonanie reprezentacyjnego przykładowego detalu. • Omówienie metodyki tworzenia złożenia w współczesnych systemach CAD. Wykonanie reprezentacyjnego przykładowego modelu złożenia. • Omówienie modelowania obiektowego. Wykonanie reprezentatywnego detalu. • Zapoznanie z modelem do tworzenia konstrukcji blaszanych. Wykonanie przykładu • Modelowanie elementów z naciętym gwintem. Wykonanie przykładu. • Wprowadzenie do tematyki konfiguracji. Wykonanie przykładu • Zapoznanie z teatynką zintegrowanych baz elementów znormalizowanych. Wykonanie przykładowego złożenia z w/w elementami. • Modelowanie konstrukcji rurowych. Wykonanie przykładu. • Modelowanie powierzchniowe. Wykonanie przykładu. • Wprowadzenie do zagadnień modułów MES zintegrowanych z systemami CAD. Wykonanie przykładu. • Wprowadzenie do zagadnień symulacji kinetycznych. Wykonanie przykładowej symulacji. • Kolokwium zaliczeniowe wraz z omówieniem. | |
| Szkolenie praktyczne 1 | K_W10, K_W11, K_U02, K_U05, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zasady ruchu na lotnisku i w kręgu nadlotniskowym; Pilotowanie samolotu na podstawie zewnętrznych punktów odniesienia; • Starty i lądowania (kręgi nadlotniskowe) – normalne warunki użytkowania. • Loty na krytycznie małych prędkościach, rozpoznawanie i wyprowadzanie z początkowej fazy i pełnego przeciągnięcia, unikanie korkociągu. • Położenia nienormalne samolotu i symulowane niesprawności silnika. • Loty doskonalące po kręgu nadlotniskowym. • Nauka szybowania bez użycia mocy silnika. • Loty po kręgu nadlotniskowym • Maksymalne osiągi samolotu, Loty wg wskazań przyrządów, • Loty nawigacyjne, przeloty, Odlot z lotniska i do lotniska z lotu nawigacyjnego • Loty nawigacyjne – nawigacja wzrokowa • Doskonalące loty nawigacyjne – nawigacja wzrokowa • Doskonalące loty nawigacyjne – radionawigacja • Doskonalące loty nawigacyjne • Nawigacyjny lot podsumowujący • Loty nawigacyjne na obce lotniska (w tym „600-tka”) • Zapoznanie z rejonem lotniska w nocy, Loty po kręgu, Loty doskonalące po kręgu • Loty nocne po trasie • Samodzielne loty po kręgu w nocy | |
| Szkolenie praktyczne 2 | K_W10, K_W11, K_U02, K_U05, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Podstawowy pilotażu wg wskazań przyrządów • Intercepcje, holdingi, łuki – lot wg wskazań przyrządów z elementami radionawigacji • Lot wg wskazań przyrządów z niepełnym zestawem przyrządów, wyprowadzanie z położeń szczególnych • SID, STAR ek torowanie do końcowego podejścia, końcowe podejście • SID, lot z wykorzystaniem radionawigacji – loty SPIC • Przyrządowe podejścia do lądowania, Przyrządowe podejścia do lądowania z niepełnym zestawem przyrządów, • SID, lot nawigacyjny, intercepcje, STAR, procedura oczekiwania, podejście do lądowania –loty SPIC • IR/ME – FNPT II - szkolenie symulatorowe • IR/ME - szkolenie w powietrzu, Zapoznanie z właściwościami samolotu w warunkach normalnych, Loty po kręgu, Zapoznanie z właściwościami samolotu w sytuacjach niebezpiecznych, w tym symulowanie awarii silnika, Podejścia do lądowania, ćwiczenie lotu z symulowanym ciągiem asymetrycznym, • Przeloty IFR • Szkolenie MCC, Lot zapoznawczy. Przeloty IFR. Procedury normalne. Przeloty IFR. Procedury awaryjne. | |
| Technika eksperymentu | K_W13, K_U07, K_U17, K_K06, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 bezałogowy, 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 |

| | |
|---|-----------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 • Pomiar 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, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 ciecía, gięcia i kształtowania wytlóczek. - 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. - Ciągnięcie: wiadomości ogólne, ciągnięcie 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 polidispersji, struktura krystaliczna, stany fizyczne polimerów. - Zachowanie polimerów w próbie jednoosiowego rozciągania, pełzanie i relaksacja naprężeń, izo-chronowe krzywe odkształcenia - naprężenie, modele reologiczne, technologiczny podział tworzyw sztucznych, podstawowe gatunki i ich właściwości fizyczne, chemiczne, mechaniczne i inne. - Charakterystyka stanu plastyczno-płynnego: ciecie lepkie i lepko-sprężyste, efekt Weissenberga i efekt 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 naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęcznie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Identyfikacja tworzyw sztucznych z wykorzystaniem spektroskopu na podczerwień. - 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, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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-modułu, 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). Działania, zalety i wady różnych systemów archiwizacji danych. Urządzenia wejścia/wyjścia. Systemy obrazowania 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: assembler, 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_K01, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Proces produkcyjny, proces technologiczny, struktura procesu technologicznego, rodzaje obróbki, rodzaje półfabrykatów, czynniki wpływające na wybór półfabrykatów • Program produkcyjny, typy produkcji, norma czasu trwania operacji, naddatki obróbkowe • Zasady ustalania części do obróbki, rodzaje baz obróbkowych • Dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. Charakterystyka wymiarów. Tolerancja wymiarów, kształtu i położenia. Rozkład normalny, rodzaje kontroli, badanie zdolności jakościowej maszyn i procesów • Metody obróbki, dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. • Dokumentacja techniczna stosowana w procesach wytwórczych. • Zasady projektowania procesu technologicznego obróbki i montażu, podział wyrobu na elementy składowe • Metody montażu: zamienność pełna, częściowa, konstrukcyjna i technologiczna • Zasady arytmetyki wymiarów tolerowanych, rozwiązywanie zadań pierwszego i drugiego typu • Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Półfabrykaty • Struktura procesu technologicznego. • Uchwyty obróbkowe • Nagniatanie toczne i ślizgowe • Badanie zdolności jakościowej procesu • Metody montażu | |
| Technologia lotnicza (C) | K_W08, K_W12, K_K01, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 | |
| Technologia samolotu | K_W08, K_U02, K_U09, K_U18, K_K07 |

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Ocena zdolności materiałów metalicznych do przyjmowania 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 mieszaniem 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, klejowych oraz zgrzewanych z przemieszaniem materiału w stanie stałym (FSW) Ocena właściwości mechanicznych złączy nitowych, FSW i klejowych w próbie jednoosiowego rozciągania Projekt procesu technologicznego wytwarzania konstrukcji lotniczej | |
| Technologia silników lotniczych | K_W08, K_K01, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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 koło 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 przepływowych | K_W07, K_W09 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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 wirujących i pompażu. Zespół turbiny - podstawowe równania stopnia. Parametry stopnia osiowego turbiny. Wypływ strumienia z palisady łopatek wieńca dyszowego i wirnikowego stopnia turbiny. Działanie i charakterystyki turbin różnych typów Sily 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 sprężarki: nastawne łopatkowe wlotowe wieńca kierownic, nastawne łopatkowe wieńców dyfuzorów, układy wielowirnikowe. Wieńiec dyszowy i wirnikowy turbiny 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 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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 charakterystyk 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 osiągow | |
| Teoria sterowania | K_W03, K_U06, K_U08, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> Układy liniowe. Sterowność. 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 odporne, samostrojenie regulatorów. | |
| Termodynamika | K_W07, K_U07, K_U08 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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; Oddziaływanie molekulek, 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 Awogadra, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynnik ściśliwości, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmanna; Mieszanie gazowe: prawo Daltona, Prawo Amagata, ciśnienie cząstkowe, udziały składników, właściwości zastępcze mieszaniny Zasada Zachowania Energii: Działania termiczne, ciepło, system adiabaty, wymiana ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie - podstawowe prawa i zależności; 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 między ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej 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, Seiliger-Sabathe, silniki przepływowe - obiegi: Braytona-Joule'a, Humphreya, regeneracja i podgrzewanie międzystopniowe - obiegi: Braytona-Joule'a, Ericsona, Stirlinga; Pompy cieplne - obieg Joule'a Termodynamika przepływów: równanie ciągłości; uogólnione równanie Bernoulliego, znamiona statyczne, dynamiczne i spiętrzenia, przepływ przez kanały o zmiennym przekroju. Dławienie: dławienie gazu doskonałego, dławienie gazu rzeczywistego, zjawisko Joula-Thomsona 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 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, sprężanie i rozprężanie adiabaty - sucha i wilgotna adiabata, powietrze suche - gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne - gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne | |

w rzeczywistej atmosferze. • 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. • Parowe urządzenia energetyczne: obieg Carnota w obszarze pary; Siłownia parowa, prawdopodobny 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 doskonałe czarne, prawo Stefana-Boltzmana, prawo Plancka; właściwości ciał, emisyjność, absorpcyjność, 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. Mieszanki gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropii mieszaniny. Obiegi termodynamiczne 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 zależności temperatury wrzenia od ciśnienia. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. Wyznaczanie wykładnika adiabaty. • Pomiar wartości opalowej paliw gazowych.

| | |
|--|--|
| Transport powietrzny | K_W12, K_U01 |
| <ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie i przegląd globalnego przemysłu lotniczego Międzynarodowe otoczenie instytucjonalne i regulacyjne Linie lotnicze, operacje i miary wydajności Operacje lotnicze linii lotniczych Bezpieczeństwo i ocena ryzyka, a w tym technologia informacyjna w operacjach lotniczych Krytyczne problemy i perspektywy światowego transportu lotniczego Ekonomia linii lotniczych Ceny w transporcie lotniczym Koszty operacyjne i miary wydajności Planowanie w liniach lotniczych Optymalizacja rozkładu lotów Harmonogram napraw | |
| Trening kondycyjny 1 | K_U04, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> Technika ćwiczeń bazowych, pomocniczych i uzupełniających w treningu funkcjonalnym ukierunkowanym na kształtowanie siły, wytrzymałości siłowej i wydolności. Programowanie jednostki treningowej pod względem kształtowania wzorców ruchowych. Stabilność, jako komponent motoryczności podstawowej. Stabilność bierna i aktywna. Dobór ćwiczeń i metod treningowych w celu zapewnienia kontroli mięśniowej niezbędnej do utrzymania właściwego ustawienia w obrębie kompleksu lędźwiowo-krzyżowo-biodrowego i funkcjonowania mięśni głębokich. Podstawowe ćwiczenia stabilizacji kręgosłupa. Trening mobilności - rodzaje ćwiczeń oddziałujących na tkanki i struktury mające na celu zwiększenia ruchomości w stawach z wykorzystaniem akcesoriów treningowych lub bez. Trening mobilności, jako regeneracja, prewencja urazów, znoszenie stanów bólowych, wyrównywanie dysproporcji w pracy poszczególnych grup. Testy sprawności fizycznej (Beep test). Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty. | |
| Trening kondycyjny 2 | K_U04, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> Trening terenowy realizowany w warunkach podgórskich: nauka wybranych aktywności w sportach zimowych oraz marszobiegi terenowe. Trening wydolności. Dobór form treningowych mających na celu przygotowanie do wykonywania długotrwałego wysiłku fizycznego i zdolności szybkiej regeneracji powysiłkowej. Trening wytrzymałości - dobór form treningowych mających na celu przygotowanie do wykonywania długotrwałej pracy fizycznej i zdolności właściwej regeneracji powysiłkowej. 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 z zastosowaniem wybranych metod treningowych. Testy sprawności fizycznej (Beep test). Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty. | |
| Trening kondycyjny 3 | K_U04, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> Trening tlenowy, tlenowo-beztlenowy, beztlenowy. Kształtowanie wydolności i wytrzymałości z wykorzystaniem różnych metod treningowych z ukierunkowaniem na trening interwałowy. Praca nad motorycznością podstawową. Różne rodzaje treningów ukierunkowanych na wybrane funkcje ciała człowieka. Trening wytrzymałości i siły mięśni z zastosowaniem różnych akcesoriów treningowych. Kompensacja asymetrii napięcia mięśniowego i masy mięśniowej z wykorzystaniem różnego rodzaju gum i taśm oporowych (m.in.: Power Band, Mini Band, Thera-Band, Space Stretch). Testy sprawności fizycznej (Beep test). Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty. | |
| Trening kondycyjny 4 | K_U04, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> Trening terenowy realizowany w warunkach podgórskich: doskonalenie wybranych aktywności w sportach zimowych oraz długodystansowe biegi terenowe. Dobór właściwych form aktywności zimowych oraz umiejętności zastosowania technik radzenia sobie ze stresem mających na celu bezpieczne realizowanie długotrwałej pracy. Trening funkcjonalny w ujęciu holistycznym. Podstawowe zagadnienia teorii treningu, umożliwiają pracę własną studenta (drogi i metody rozwoju siły mięśniowej, stabilność, mobilność). Budowa i realizacja przez studentów indywidualnych programów treningowych. Treningi indywidualne z wykorzystaniem lotniczego przyrządu gimnastycznego - żyroskop, przygotowujące do lotów akrobacyjnych. Testy sprawności fizycznej (Beep test). Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty. | |
| Trwałość urządzeń awioniki | K_W04, K_W13, K_U12, K_U13 |
| <ul style="list-style-type: none"> Normy dotyczące układów awioniki i osprzętu lotniczego. Norma DO160C. Opis procedur badawczych , kwalifikacja warunków eksploatacji i kategorii. Wymagania | |
| Układy sterowania lotem | K_W10 |
| <ul style="list-style-type: none"> Ogólne informacje o systemach sterowania lotem statku powietrznego Podstawowe elementy układów sterowania lotem samolotu Struktura , budowa i działanie systemów i podsystemów sterowania lotem statku powietrznego Kształtowanie właściwości pilotażowych oraz wspomaganie pracy pilota operatora | |
| Urządzenia i systemy | K_W05, K_W10, K_W12, K_W13, K_U09, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> Wykład: 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 boczny; przykłady (skala Coopera-Harpera), interpretacja. Zastosowanie wzmacniaczy siły (np. hydraulicznych) w układach | |

| | |
|---|--|
| <p>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. • Cwiczenia 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 pochylem i stabilizacja wysokości 6. Autopilot - sterowanie przechyleniem i stabilizacja kursu 7. Sterowanie automatycznie podczas podejścia do lądowania 8. Badanie właściwości cyfrowego autopilota APC-1P 9. Modelowanie odległościowego układu ręcznego sterowania samolotem 10. Ocena właściwości pilotażowych samolotu</p> | |
| Urządzenia radiowe | K_W02, K_W04, K_W10, K_W12, K_W14, K_U08, K_U12, K_K03 |
| <p>• 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 pokładowego – 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 podróży 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. • Transponder 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, interpretacja 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 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.</p> | |
| Wybrane zagadnienia MTO | K_W08, K_W10, K_W13, K_U01, K_U04, K_U13, K_K03, K_K07 |
| <p>• Wiadomości z zakresu obsługi technicznej • Wybrane zagadnienia z matematyki, fizyki • Wiadomości z zakresu elektryki i elektroniki • Systemy instrumentów elektronicznych • Materiały i sprzęt • Działania z zakresu obsługi technicznej • Zagadnienia aerodynamiki • Czynniki ludzkie • Przepisy dotyczące lotnictwa • Struktury i systemy statku powietrznego • Napędy • Śmigło</p> | |
| Wybrane zagadnienia optymalizacji w lotnictwie | K_W01, K_W03, K_U01, K_U06, K_U08, K_K01 |
| <p>• 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.</p> | |
| Wybrane zagadnienia pilotażowe | K_W12 |
| <p>• 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, uprząże i pasy bezpieczeństwa, wyposażenie awaryjne i jego użycie, gaśnica, zabezpieczenie pożarowe silnika i kabiny, instalacja odladzenia, 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</p> | |

(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, niedotlenienie objawy 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 dezorientacji. 40. 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 poznawcza 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 wzniesieniem, 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_U18, K_K01

• 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_U18, K_K01

• 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 pracy NN (z deską na biodrach, bez deski), nauka prawidłowej pracy RR. Doskonalenie stylu grzbietowego z uwzględnieniem 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 pływakich. • Nauka stylu klasycznego (pokaz, objaśnienie), nauka prawidłowej pracy NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie. Nauka prawidłowej pracy RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Doskonalenie posiadanych umiejętności pływakich. • Nauka skoku na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25m każdym z trzech stylów pływakich. • Dla studentów posiadających zwolnienie lekarskie: usprawnienie ruchowe - indywidualne zestawy ćwiczeń wg. zaleceń lekarza lub fizjoterapeuty.

Wykład monograficzny K_W14, K_W16, K_U01, K_U04, K_U18, K_K01

• 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 zmieniły 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

Wykład monograficzny K_W11, K_W12, K_W13

• 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 neuronowe. • 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

Wymiana ciepła K_W07, K_U07, K_U08, K_U18

• 1. Przewodzenie – prawo Fouriera, współczynnik przewodzenia ciepła. Ustalony 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-Boltzmana. Całkowite właściwości ciał biorących udział w wymianie ciepła przez promieniowanie. Tożsamość Kirchhoffa, prawo rozkładu energii Plancka, monochromatyczne właściwości ciał, ciało szare, reguła przesunięcia 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 h_x wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandla 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_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. Bezkarданowe układy odniesienia pionu i kursu (AHRS). Integracja systemów pokładowych, pokładowe sieci przesyłania informacji (standardy ARINC, MIL, ACBS). Przykłady wyposażenia pokładowego samolotów transportowych. Tendencje rozwojowe w budowie wyposażenia pokładowego samolotów. • Ćwiczenia laboratoryjne (6 wybranych ćwiczeń po 2 godziny). W trakcie ćwiczeń badane są właściwości przyrządów i systemów pokładowych w zakresie (szczegółowe tematy ćwiczeń podaje prowadzący): Przetworniki ciśnień. Badanie właściwości i skalowanie elektronicznych przyrządów ciśnieniowych Układy żyroskopowe Budowa i badanie bezkarданowego układu orientacji przestrzennej Inercjalny układ odniesienia Zintegrowane układy kursowe badanie elektronicznych przyrządów żyroskopowych Elektroniczny system przyrządów pokładowych EFIS

| | |
|-----------------------|--|
| Wyposażenie pokładowe | K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_U08, K_U13, K_U18, K_K01 |
|-----------------------|--|

• 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 żyroskopów. 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 przewożeniu 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. • W ramach laboratorium zrealizowanych zostanie sześć ćwiczeń wskazanych przez prowadzącego, z zakresu badania i analizy właściwości przyrządów ciśnieniowych, przyrządów żyroskopowych, przyrządów i systemów kursowych oraz systemów wskazań.

| | |
|-------------------------|---|
| Wyposażenie pokładowe 2 | 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. • Bezkarданowy 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

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

• Przyrządy ciśnieniowe - podstawy teoretyczne pomiaru oraz zasada działania. Wysokościomierz barometryczny: Budowa, rozwiązania techniczne Zasada działania Nastawa wysokościomierza Typy wskaźników Błędy Kodowanie wysokości Wariometr : Budowa, rozwiązania techniczne, Zasada działania Błędy Prędkościomierz: Budowa Zasada działania Błędy Wskaźnik liczby Macha: Budowa Zasada działania Błędy Zespolony przyrząd mierzący prędkość i liczbę Macha Pomiar kąta natarcia. Zasada działania i rodzaje czujników Podstawowe informacje dotyczące żyroskopu: Podstawy teoretyczne przyrządów żyroskopowych Budowa żyroskopu Właściwości żyroskopu Typy żyroskopów Zasilanie żyroskopów Żyroskopy o osi poziomej Żyroskopy o osi pionowej Zakrętomierz i chyłomierz poprzeczny: Zasada działania, budowa, rozwiązania techniczne Koordynator zakrętu:

| | |
|--|--|
| <p>Zasada działania, Budowa, rozwiązania techniczne. Sztuczny horyzont: Zasada działania, budowa, rozwiązania techniczne Błędy 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 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 Żyroskopowy wskaźnik kursu: Zasada działania, budowa, rozwiązania techniczne, Błędy Busola żyroindukcyjna: zasada działania, budowa, rozwiązania techniczne. Budowa i zasada działania czujników obrotów, temperatury i ciśnienia. Treści wykładów obejmują oraz systematyzują wiadomości wymagane w przepisach PART-FCL w zakresie: 022 02 00 00, 022 02 01 00, 022 02 01 01, 022 02 03 00, 022 02 03 01, 022 02 04 00, 022 02 04 01, 022 02 05 00, 022 02 05 01, 022 02 06 00, 022 02 06 01, 022 03 00 00, 022 03 01 00, 022 03 01 01, 022 03 02 00, 022 03 02 01, 022 03 03 00, 022 03 03 01, 022 03 02 00, 022 03 04 01, 022 04 00 00, 022 04 01 01, 022 04 02 00, 022 04 02 01, 022 04 03 00, 022 04 03 01, 022 04 04 00, 022 04 04 01, 022 04 05 00, 022 04 05 01 • Sześć ćwiczeń laboratoryjnych z zakresu: 1. Badanie właściwości przyrządów żyroskopowych 2. Badanie właściwości przyrządów żyroskopowych 3. Badanie właściwości układów wskazań</p> | |
| Wypożyczenie radiowe | K_W02, K_W04, K_W10, K_W12, K_W14, K_U08, K_U12, K_K03 |
| <p>• 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 łączy 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 kabine 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 zasięgu, 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 zasięgu, 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. • Treści kształcenia TK1-TK19 obejmują oraz systematyzują wiadomości wymagane w przepisach PART-FCL, w zakresie: 022.10.01.00, 022.10.01.01, 022.10.01.02, 022.10.02.00, 022.12.08.00, 062.01.01.00, 062.01.01.01, 062.01.01.02, 062.01.01.03, 062.01.01.04, 062.01.01.05, 062.01.01.06, 062.01.02.00, 062.01.02.01, 062.01.02.02, 062.01.02.03, 062.01.03.00, 062.01.03.01, 062.01.03.02, 062.01.03.03, 062.01.03.04, 062.01.03.05, 062.01.03.06, 062.02.01.00, 062.02.01.01, 062.02.01.03, 062.02.01.04, 062.02.02.00, 062.02.02.01, 062.02.02.03, 062.02.02.04, 062.02.02.05, 062.02.03.00, 062.02.03.01, 062.02.03.04, 062.02.04.00, 062.02.04.01, 062.02.04.03, 062.02.04.05, 062.02.05.00, 062.02.05.01, 062.02.05.03, 062.02.05.04, 062.02.05.05, 062.03.01.00, 062.03.02.00, 062.03.02.01, 062.03.02.02, 062.03.04.00, 062.03.04.01, 062.03.04.02, 062.03.04.03, 062.06.01.00, 062.06.01.01, 062.06.01.02, 062.06.01.03.</p> | |
| Wypożyczenie samolotu (instalacje) | K_W10, K_W12, K_U04, K_U07, K_K01 |
| <p>• 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, przyspieszeniometryz inklinometryz. Algorytmy wyznaczania kursu magnetycznego. Właściwości magnetometrów. • Algorytmy bezkardanowego układu odniesienia i kursu. Problematyka układów korekcji. Nawigacja inercjalna. Koncepcja. Typy. Algorytmy. • Instalacje hydrauliczne • Instalacje elektryczne • Instalacje pomocnicze (poż., p. oblodz., paliwowa, klimatyzacji, oświetlenia, ...) • Instalacje sterowania samolotem. • Instalacje i systemy radiowe (Radiokompas, Systemy: VOR, DME, ILS, GPS) • Badanie właściwości modeli matematycznych samolotu wykorzystywanych do projektowania wyposażenia pokładowego • Analiza instalacji hydraulicznej s-tu Mewa • 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 • układ wyważania s-tu</p> | |
| Wytrzymałość konstrukcji lotniczych | K_W06, K_W11, K_W12, K_U01, K_U13, K_K05, K_K06 |
| <p>• Wiadomości wstępne, podstawowe założenia statyki ustrojów nośnych płatowców, podział ustrojów, metody określania stanu sił wewnętrznych, naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, współczynnik lekkości konstrukcji • Konstrukcje cienkościenne, wstęp i podział zagadnień, statyka cienkościennych prętów, podstawowe założenia i zależności • Analiza dźwigarów o pasach równoległych i zbieżnych, naprężenie wtórne w dźwigarach, statyka tarcz cienkościennych • Czyste ścinanie płaszczka, skręcanie rur jednoobwodowych, swobodne skręcanie profilu otwartych, skręcanie rur wieloobwodowych, skręcanie nieswobodne • Zginanie prętów cienkościennych o przekroju otwartym i zamkniętym • Wpływ zbieżności konstrukcji na rozkład naprężeń. Statyka wręg i zeber. • 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 zębowanych, praca ścinanej płyty po utracie stateczności • Konstrukcje warstwowe • Informacje uzupełniające dotyczące obliczeń konstrukcji cienkościennych - konstrukcje warstwowe i nowoczesne metody obliczeń z wykorzystaniem oprogramowania komputerowego • Powtórka zagadnień statyki, rozwiązywanie układów statycznie wyznaczalnych - obliczenia sił wewnętrznych • Analiza kratownic • Statyka dźwigarów i tarcz cienkościennych • Analiza prętów cienkościennych - zagadnienia skręcanie i zginania • Kolokwium • Projekt - Analiza dźwigarów i tarcz cienkościennych - opis projektu, analiza</p> | |

| | |
|---|---|
| postępów prac, prezentacja wyników uzyskanych przez studentów • Projekt - Ramy płaskie statycznie niewyznaczalne, jedno i wieloobwodowe - opis projektu, analiza postępów prac, prezentacja wyników uzyskanych przez studentów • Projekt - Przenoszenie sił wzdłużnych i momentów gnących przez pręty cienkościenne- opis projektu, analiza postępów prac, prezentacja wyników uzyskanych przez studentów | |
| Wytrzymałość konstrukcji lotniczych (C) | K_W06, K_W11, K_W12, K_U01, K_U13, K_K05, K_K06 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne, podstawowe założenia statyki ustrojów nośnych płatowców, podział ustrojów, metody określania stanu sił wewnętrznych, naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, współczynnik lekkości konstrukcji • Konstrukcje cienkościenne, wstęp i podział zagadnień, statyka cienkościennych prętów, podstawowe założenia i zależności • Analiza dźwigarów o pasach równoległych i zbieżnych, naprężenie wtórne w dźwigarach, statyka tarcz cienkościennych • Czyste ścinanie płaszcza, skręcanie rur jednoobwodowych, swobodne skręcanie profili otwartych, skręcanie rur wieloobwodowych, skręcanie nieswobodne • Zginanie prętów cienkościennych o przekroju otwartym i zamkniętym • Wpływ zbieżności konstrukcji na rozkład naprężeń. Statyka wręg i żeber. • 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 • Konstrukcje warstwowe • Informacje uzupełniające dotyczące obliczeń konstrukcji cienkościennych - konstrukcje warstwowe i nowoczesne metody obliczeń z wykorzystaniem oprogramowania komputerowego • Kolokwium zaliczeniowe • Analiza dźwigarów i tarcz cienkościennych - opis projektu, analiza postępów prac, prezentacja wyników uzyskanych przez studentów • Ramy płaskie statycznie niewyznaczalne, jedno i wieloobwodowe - opis projektu, analiza postępów prac, prezentacja wyników uzyskanych przez studentów • Przenoszenie sił wzdłużnych i momentów gnących przez pręty cienkościenne- opis projektu, analiza postępów prac, prezentacja wyników uzyskanych przez studentów | |
| Wytrzymałość maszyn wirnikowych | K_W01, K_W06, K_W09, K_U01, K_U03, K_U08, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 najprostsz model tarczy turbiny. Równanie różniczkowe równowagi dla wirującej tarczy nienagranej 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 łopatkce. Deformacja promieniowa łopatki. • Sposoby łączenia łopatek i tarczy- uproszczona analiza obciążeń w połączeniu jodełkowym. Zaliczenie końcowe (Egzamin) • Rozkład naprężeń i odkształceń w wirującej tarczy pełnej o stałej grubości- zadania • Rozkład naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w tarczy otworem kołowym- zadania • Analiza naprężeń oraz odkształceń mechanicznych i termicznych łopatki metodą dyskretną. Wymiarowanie łopatek. Opis procedur stosowanych w projekcie. Wydanie danych do projektu. • Połączenie jodełkowe łopatki z dyskiem turbiny – analiza uproszczona modelu płaskiego - zadania • Metody numeryczne stosowane w obliczeniach naprężeń i odkształceń maszyn wirnikowych. Wykorzystanie metody elementów skończonych w obliczeniach wytrzymałościowych i zmęczeniowych - studium przypadku. | |
| Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1 | K_W06, K_U08, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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, statyczna próba ściskania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadek szczególne płaskiego stanu naprężenia,. Czyste ścinanie. • Czyste ścinanie, związek pomiędzy naprężeniem stycznym oraz kątem odkształcenia postaciowego, moduł sprężystości postaciowej Kirchoffa. • Osiosymetryczne zbiorniki cienkościenne, wzór Laplace'a, analiza ogólnego przekładu zbiornika. Zbiornik walcowy, zbiornik kulisty, zbiornik stożkowy. • Trójwymiarowy stan naprężenia, tensor naprężeń, tensor odkształceń. Trójkierunkowy stan odkształcenia, uogólnione prawo Hooke'a. Podział tensora naprężeń i tensora odkształceń, prawo sprężyste zmiany objętości, prawo zmiany postaci. Uproszczona analiza trójkierunkowego stanu naprężenia. • Całkowita energia odkształcenia, energia odkształcenia postaciowego i objętościowego. • Wyjęcie materiału, klasyfikacja i przykłady hipotez wytrzymałościowych. Hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Przypadki skręcania, skręcanie swobodne i nieswobodne. Skręcanie prętów o przekrojach kołowych, analiza pręta skręcanego. Analogia hydrodynamiczna, skręcanie prętów cienkościennych, wzory Bredta. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich, sprawdzian wiadomości. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów, sprawdzian wiadomości. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych, sprawdzian wiadomości. • Skręcanie prętów cienkościennych - przykłady zastosowania wzorów Bredta. | |
| Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2 | K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zginanie proste: czyste zginanie, zginanie z udziałem sił poprzecznych, wykresy momentów gnących i sił tnących, analiza naprężeń i odkształceń, zginanie ukośne. • Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczenie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Wyznaczenie przemieszczeń belek zginanych - metoda Clebscha, metoda analityczno-wykreslna. • Sprężyste wyboczenie pręta: zagadnienie stateczności, ścieżka równowagi, wzór Eulera, techniczne metody obliczeń prętów na wyboczenie. • 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: klasyfikacja ram, przypadki statycznie wyznaczalne i niewyznaczalne, ramy otwarte i zamknięte, symetria i antysymetria. • Wytrzymałość złożona: zginanie z udziałem sił poprzecznych, zginanie ze skręcaniem. Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych. • Zginanie proste: wykresy momentów gnących i sił tnących, warunek wytrzymałościowy - projektowanie przekrojów belek, sprawdzian wiadomości. • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha, metoda analityczno-wykreslna, sprawdzian wiadomości. • Wyboczenie sprężyste prętów prostych, sprawdzian wiadomości. • Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek, sprawdzian wiadomości. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. Definicje i klasyfikacja ustrojów ramowych, sprawdzian wiadomości • Statyczna próba rozciągania • Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Modelowe badania elastooptyczne • Próba sztywnościowa płatowców | |
| Zarys techniki kosmicznej | K_W02, K_W07, K_W09, K_W11, K_W12, K_U01, K_U04, K_U07, K_U09, K_U17, K_U18, K_K01, K_K06, K_K07, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zarys historia raketnictwa i astronautyki. • Elementy mechaniki niebieskiej • Optyka instrumentalna w zastosowaniach astronomicznych i astronautycznych • Wprowadzenie do napędów kosmicznych • Układ Słoneczny jako środowisko astronautyki • Projektowanie misji kosmicznych • Elementy aerodynamiki wejścia w atmosferę • Wyzwania astronautyki. Przyszłe misje. | |
| Zarys techniki lotniczej | K_W11, K_W12, K_U01, K_U18, K_K07 |

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu • Metody obliczeń podstawowych osiągnięć w locie statku powietrznego • Metody szacowania masy startowej • Wpływ obciążenia powierzchni nośnych i obciążenie ciągu na osiągi statku powietrznego • Obciążenia statków powietrznych • Konstrukcja statków powietrznych, podstawy budowy statków powietrznych - wykorzystywane materiały, technologia • Badania konstrukcji lotniczych • Wyposażenie samolotu - wprowadzenie do pomiarów aerometrycznych • Wyposażenie samolotu - wprowadzenie do pomiaru wielkości kątowych • Autopilot i systemy sterowania • Systemy samolotów bezzałogowych • Możliwości prac rozwojowych awioniki "małego lotnictwa" w projektach studenckich • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne. • Zaliczenie | |
| Zarządzanie projektami lotniczymi i kosmicznymi | K_W15, K_U09, K_U18, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zarządzania projektami. Definicja najważniejszych pojęć. • Przegląd metod zarządzania projektami. • Organizacja i kierownictwo projektu • Kosztorysowanie projektu i przygotowanie propozycji projektowej • Zarządzanie ryzykiem i szansami • Szczegółowe planowanie projektu • Monitorowanie i kontrola projektu • Narzędzia i metody. Wprowadzenie do języka SysML • Karta projektu. Cel i sens projektu. Plan działania. • Planowanie prac, harmonogram projektu, budżet projektu, analiza zasobów, analiza ryzyka. • Budowanie zespołu. Role i zakres odpowiedzialności. • Przygotowanie propozycji projektowej • Zarządzanie projektem. Monitorowanie, przepływ informacji, zarządzanie zespołem, zakończenie projektu. • Wykorzystanie nowoczesnych technologii w zarządzaniu projektem. | |
| Zarządzanie przedsiębiorstwem lotniczym | K_W10, K_W12, K_W15, K_U02, K_U18, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zarządzanie przedsiębiorstwem lotniczym – wprowadzenie • Strategia i planowanie w przedsiębiorstwie lotniczym. Narzędzia analizy strategicznej • Struktura organizacyjna przedsiębiorstwa lotniczego • Zarządzanie celami i wiedzą w przedsiębiorstwie lotniczym • Zarządzanie projektami w przedsiębiorstwie lotniczym • Systemy informatyczne w zarządzaniu przedsiębiorstwem lotniczym • Lean management – szczerpie zarządzanie • Modele biznesowe • Specyficzne cechy usług przedsiębiorstwa lotniczego - case study • Organizacja przedsiębiorstwa lotniczego - case study • Misja, wizja i strategia przedsiębiorstwa lotniczego - case study • Narzędzia informatyczne w zarządzaniu przedsiębiorstwem lotniczym -case study • Analiza otoczenia organizacji w ramach przygotowania biznesplanu – projekt/prezentacja | |
| Łączność lotnicza 1 | K_W13, K_U05, K_U12, K_K03 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 nagłych: 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 nagłych. | |
| Łączność lotnicza 2 | K_W13, K_U05, K_U12, K_K03 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 Skrót używany przez służby ruchu lotniczego 091 01 03 00 Skrót 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 NIEBEZPIECZENSTWIE 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 nagłe (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 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 092 01 00 00 DEFINICJE 092 01 01 00 Pojęcia i znaczenie używanej terminologii 092 01 02 00 Skrót używany w kontroli ruchu lotniczego 092 01 03 00 Skrót 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), nawigacja 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 NIEBEZPIECZENSTWIE 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 nagłe (definicja - częstotliwości - sygnały ponaglenia - meldunki ponaglenia)Rozgłaszanie komunikatów meteorologicznych • 092 06 00 00 OGÓLNE ZASADY PROPAGACJI FAL VHF ORAZ WYZNACZONE CZĘSTOTLIWOŚCI DLA ŁĄCZNOŚCI • 092 07 00 00 ALFABET MORSE'A • Informacja pogodowa na lotnisku | |
| Dynamika maszyn | K_W06, K_U08, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wprowadzające. Drgania mechaniczne - pojęcia podstawowe. Kinematyka drgań. • Rodzaje wymuszeń. Podstawy modelowania układów drgających. Charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia. Drgania wzdłużne, skrętne i giętne. • Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-nyim stopniu swobody. Położenie równowagi statycznej. Dynamiczne równania ruchu, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstotliwość. Przebieg ruchu na płaszczyźnie fazowej. Energetyczna metoda wyznaczania częstości własnej. Drgania swobodne tłumione, logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka amplitudowo-częstościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy. Wymuszenie kinematyczne. Przykłady. • Wibroizolacja czynna i bierna. • Drgania wzdłużne 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. Drgania skrętne. • Drgania samowzbudne, przykłady. Opis drgań samowzbudnych na przykładzie flatteru skrzydła samolotu. • Dynamika maszyn wirnikowych, prędkości krytyczne, samocentrowanie wirnika, wyważanie wirników. • Pojęcia podstawowe teorii maszyn i mechanizmów. Mechanizmy, struktura, człony, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot. • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich. • Mechanizmy zębate, mechanizm planetarny, mechanizm różnicowy, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy. Kinematyka przekładni obiegowej. Zasada Willis'a. Kinematyka mechanizmu różnicowego. • Zasada równowagi kinostatycznej, reakcje w parach kinematycznych. Redukcja mas i sił, model dynamiczny ruchu mechanizmu. Równania Lagrange'a. Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, dynamika przekładni obiegowej. • Pomiar drgań. • Kinematyka drgań. • Drgania swobodne. • Drgania wymuszone. • Bezkontaktowy pomiar drgań. • Numeryczna analiza częstotliwościowa. • Kinematyka przekładni obiegowych. • Dynamika przekładni obiegowych. | |

| | |
|---|-----------------------------------|
| Aerodynamika 1 | K_W07, K_W11, K_U01, K_U07, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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: kłapa, slot, kłapa szczelinowa. Wpływ ściśliwości na charakterystyki profilu. Poprawka Prandtl-Glauerta. • Profil o skończonej grubości: Zastosowanie metody elementu brzegowego do wyznaczania opływu profilu 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-Tsienia • 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 opływu kadłuba. • Elementy aerodynamiki niestacjonarnej: efekt Küssnera, efekt Katzmajra, 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 profilu lotniczych w tunelu wodnym: • Wyznaczanie charakterystyk profilu z kłapą szczelinową • Płat o skończonym wydłużeniu : pomiar wagowy siły nośnej, oporu i momentu pochylającego z pomocą wagi aerodynamicznej. • Termoanemometria: kalibracja termooanemometru i pomiar prędkości i turbulencji w warstwie przyściennej • Wzorcowanie pneumatycznej sondy kierunkowej | |
| Aerodynamika 2 | K_W07, K_U01, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> Pojęcie 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 spiętrzania, Parametry krytyczne. • Wpływ 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 Laval. Możliwe przypadki przepływu przez dysze de Laval. 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 płaszczyźnie 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 | |
| Badania silników lotniczych | K_W08, K_U04, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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 (klasyfikacja 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. | |
| Czynnik ludzki w technice | K_W14, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - przykłady ergonomii w przemyśle • Charakterystyka środowiska pracy z uwzględnieniem przedmiotów techniki. Omówienie wybranego procesu technologicznego, maszyny lub urządzenia pod kątem bezpieczeństwa i wpływu człowieka na kształtowanie warunków pracy. • Identyfikacja zagrożeń wynikających z zależności człowiek-maszyna-otoczenie. Zwrócenie uwagi na źródło zagrożenia, skutki zagrożeń, a także wdrażanie środków zapobiegawczych. • Przedstawienie, omówienie i pokazanie sposobów nadzoru nad maszynami i uprzedzeniami techniki. Pokazanie prowadzonej dokumentacji oraz przedstawienie w sposób praktyczny skutków niewłaściwego funkcjonowania człowiek-maszyna-otoczenie. • Analiza zdarzeń wypadkowych i awarii występujących przy stosowaniu przedmiotów techniki. Wskazanie najczęstszych przyczyn wypadków i awarii, a także potencjalnych skutków tych zdarzeń. Zwrócenie uwagi na skutki: gospodarcze, społeczne, techniczne i organizacyjne. • Przedstawienie środków ochronnych występujących w relacji człowiek-maszyna-otoczenie. Wskazanie podstawowych zasad pierwszej pomocy względem typowych urazów występujących podczas obsługi maszyn, urządzeń i procesów technologicznych. | |
| Ekonomia | K_W14, K_W15, K_U01, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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 | |

| | |
|--|---|
| <p>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 stricto i sensu largo, popyt na pieniądź, 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.</p> | |
| Eksplatacja statków latających | K_W13, K_W14, K_W15, K_U06, K_U12, K_K05, K_K07 |
| <p>• Wprowadzenie do problematyki eksploatacji techniki lotniczej • Struktura organizacji usługowej statków powietrznych • Program obsług - wymagania, założenia, sposoby realizacji • Planowanie obsługi SP • Diagnostowanie stanu technicznego - SP • Badanie wypadków lotniczych - procedury / przykłady • Wybrane zagadnienia z procesu eksploatacji SP</p> | |
| Fizyka 1 | K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_U18, K_K01 |
| <p>• 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.</p> | |
| Fizyka 2 | K_W02, K_W08, K_U01, K_K01 |
| <p>• 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, wyznaczenie 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</p> | |
| Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 1 | K_W05, K_U12, K_U18 |
| <p>• 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 przynależne 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. 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 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, 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.</p> | |
| Grafika inżynierska i zapis konstrukcji 2 | K_W05, K_U12, K_K01 |
| <p>• Wykorzystanie grafiki komputerowej w zapisie konstrukcji: AutoCAD. Podstawowe konstrukcje geometryczne. Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wielowypustowe. • Sprzęgła, hamulce, tarcze, pokrywy, korpusy. • Wały maszynowe. Połączenia wpustowe. Uszczelnienia. • Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Rysunek złożeniowy – dodatki wymiary, tabliczki. Łożyska toczne i ślizgowe. • Rysowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. • Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu lub rysunku w rzutach prostokątnych: przekrój złożony z wymiarowaniem. Praca kontrolna nr 1 - krzywe płaskie. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu rzeczywistego. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Wprowadzenie tolerancji wymiarowych. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Praca kontrolna nr 2 - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu lub rysunku w rzutach prostokątnych: korpus. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. Wprowadzenie oznaczania obróbki cieplnej. Praca kontrolna nr 3 - rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części, jak: wał, łożyska, koła zębate (koła pasowe). • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie rysunku złożeniowego: pokrywa. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie rysunku złożeniowego: wybrana część. • Rysunek zaliczeniowy. • AutoCAD: Wprowadzenie do programu AutoCAD. Ustawienia rysunku. Sposoby wprowadzania poleceń (menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe). Podstawowe elementy rysunku: linia, łuk, okrąg, elipsa, prostokąt, wielobok. Modyfikacje rysunku – wybór elementu do modyfikacji – usuwanie obiektów. Układy współrzędnych: prostokątny i biegunowy, bezwzględny i względny. Polecenia grupy Zoom. Warstwy, rodzaje linii, kolory. Punkty charakterystyczne obiektów. Ustawienia rysunkowe: skok i siatka, śledzenie biegunowe, lokalizacja względem obiektu. Polecenia grupy zmiany. Wymiarowanie. Napisy. Bloki, bloki z atrybutami (np. znak chropowatości). Kreskowanie. Obszar modelu i papieru. Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów. Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku.</p> | |

| | |
|---|--|
| Historia techniki lotniczej | K_W12 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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. Lotnicze 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 raketowej. Zasady lotu orbitalnego, prędkości kosmiczne. Zarys historii lotów kosmicznych • Sprawdzian wiadomości | |
| Informatyka | K_W03, K_U02, K_U06, K_U17, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 strukturalnych. Tworzenie zmiennych strukturalnych. 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 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 najszcześniejszych 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 zmieniają 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 zmienia świat. Mówienie o różnych środkach transportu. Pisanie rozprawki. • Pytania rozłączne. Słowa używane w pytaniach. Słownictwo: 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 - najszcześniejsze momenty w życiu. • Czytanie krótkiego wstępu do The Secret of Success. Porównanie czasów Present perfect simple i continuous. • Czasowniki modalne do wyrażania umiejętności. Czytanie tekstu biograficznego o człowieku z bardzo dobrą pamięcią. • | |

Sluchanie rozmowy na temat pamieci. Mowienie o umiejetnosciach. Pisanie streszczenia. • Doprecyzowanie opinii. Czytanie tekstu o kwalifikacjach. • Sluchanie dyskusji na temat inteligencji. Odnoszenie sie do wzniejszych wypowiedzi. Wybieranie odpowiedniego kandydata na stanowisko. Wyrazanie opinii i podawanie przykladow. • Czytanie bloga o sasiadach. Przedmki. Okreslenia ilosciowe. • Opisywanie sasiedztwa i dyskutowanie w jaki sposob mozna by je ulepszy. • Zdania zalezne. Sowniktwo zwiazane z internetem. Czytanie recenzji strony internetowej. • Sluchanie opisow spolecznosci internetowych. Porownywanie czynnosci rzeczywistych i wirtualnych. Pisanie recenzji strony internetowej. • Witanie gości. Czytanie tekstu o tym jak byc dobrym gościem. • Sluchanie ludzi opisujacych doswiadczenia z gościami/gospodarzami. Przyjmowanie przekosin. Dyskutowanie trudnych sytuacji towarzyskich. • Powtorzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Cwiczenie mowienia - 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). Cwiczenie 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 opinie. 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 Zwyczaj 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, anegdota. 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. Streszczenie 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. • Geniuse. 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. Gramatyka: 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. Przeszłość i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przymkami. Przeszłość. Przeszłość. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przeszłość. 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 • Powtorzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtorzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Cwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Cwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.

Język 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. • Zaimki 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. • Przysłowki- 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 granicą, 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. • Przeżeczenie- 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. • Wzrost 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 wypracowanie 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 spójnikami „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 zaprzeczony 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. Partyki 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. Przepyszczania - 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 i wyrażanie opinii na temat wykonywanego zawodu - wady, zalety. • Sławni kompozytorzy i muzycy, notatka biograficzna. Prezentacja. • 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 - pozytywne, negatywne. • 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, нигде, никуда. • 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 skróty. • 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 pociągami. • Rzecznik 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 stosowane 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. • Mieszkowy 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 przoła (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 czytane: 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 czytane: relacjonowanie treści. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy społeczne. • 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 przymkami za i через. • Mistrz i Małgorzata. • Relacjonowanie treści tekstu. • Elementy wiedzy o Rosji: życie i twórczość Michała Bułhakowa. • Mitologia słowiańska. • Rozumienie tekstu czytane zawierającego informacje n/t Domowoją : ducha domu. • Malarstwo rosyjskie. • Rozumienie tekstu czytane zawierającego informacje n/t malarzy rosyjskich : Iwana Szyszkiina i Wasilija Kandinskiego. • Federacja Rosyjska. • Słownictwo związane ze strukturą i ustrojem politycznym Federacji Rosyjskiej. • Rosja dzisiaj. • Rozumienie tekstu czytane dotyczącego struktury i ustroju politycznego Federacji Rosyjskiej. • Polska w Europie. • Rozumienie tekstu czytane 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 przymkiem lub bez niego. • Wyposażenie domu. • Czas terażniejszy czasowników. • Rynek nieruchomości. • Rzecznik Ремонт mieszkania. • Przymiotniki • Wymagania szkolne. • Czasowniki: учить, учиться, изучать • System oświaty w Polsce i w Rosji. • Wymagania szkolne. • Przymiotki: в, на • Zawody i stanowiska. • Czynności związane z wykonywaniem różnych zawodów. • Praca zawodowa. • Opisywanie pracy dorywczej. • Opisywanie rynku pracy. • Czas terażniejszy czasowników. • Nasze portfolio. • Redagowanie listu motywacyjnego. • Redagowanie CV. • Rzecznikniki. • 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. Rzecznik рубль. • Towary. • Reklama. Przysłówki stopnia i miary. • Środki transportu Ciekawe miejsca w Rosji. • Opisywanie czynności związanych z podróżowaniem. • Nazywanie i opisywanie bazy noclegowej. • Rzecznikniki 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 terażniejszy czasowników. • Dyscypliny sportowe. • Obiekty sportowe. • Sportowcy. • Sprzęt sportowy. • Stopień wyższy przymiotników. • Zawody sportowe. • Rzecznik z przymiotnikiem. • Opisywanie samopoczucia. • Nazywanie i opisywanie objawów chorób i sposobów ich leczenia. • Leczenie. • Przymiotki 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 miękko-tematowe. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękko-tematowe. • Ekologia. • Opisywanie czynności związanych z ochroną środowiska naturalnego. • Rosja. Opisywanie struktury państwa. • Nazywanie urzędów. • Organizacje społeczne i międzynarodowe. • Czas terażniejszy czasowników • Gospodarka narodowa. • Konflikty wewnętrzne i międzynarodowe • Życie społeczne. Zaimek себя. • Wyrażenie drug друга. • Konflikty międzynarodowe. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy społeczne. Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Konstrukcje czasowe z przymkami za i через. • Mistrz i Małgorzata. Rozumienie tekstu czytane zawierającego informacje dotyczące życia i twórczości Michała Bułhakowa. • Mitologia. Informacje encyklopedyczne dotyczące wybranych zagadnień z mitologii słowiańskiej. • Wasilij Kandinskij. Rozumienie tekstu czytane zawierającego informacje n/t Wasilija Kandinskiego. • Relacjonowanie treści tekstu. • Iwan Szukszyn. Rozumienie tekstu czytane zawierającego informacje n/t Iwana Szyszkiina • Relacjonowanie treści tekstu. • Bajki rosyjskie. • Rzecznik z przymiotnikiem. • Święta w Rosji. Nazywanie i opisywanie świąt. • Święta w Polsce. Nazywanie i opisywanie świąt.

| | |
|-----------------------|--|
| Konstrukcja samolotów | K_W06, K_W08, K_W11, K_W12, K_U01, K_U06, K_U12, K_K08 |
|-----------------------|--|

- Pojęcia podstawowe. Źródła i podział obciążeń. Współczynnik obciążenia w manewrach sterowanych i niesterowanych. Obciążenia od burzliwej atmosfery. • Obciążenia dopuszczalne i niszczące. Współczynnik bezpieczeństwa. Normowanie obciążeń. Przepisy budowy statków powietrznych. Klasy osiąagowe i ciężarowe. kategorie samolotów. • Krzywa obciążeń sterowanych. Ograniczenia fizyczne i formalne. Współczynniki obciążenia i prędkości obliczeniowe. Krzywa obciążeń od burzliwej atmosfery. Obwiednia obciążeń dopuszczalnych. • Rozkład współczynnika siły nośnej. Zwichrzenie geometryczne i aerodynamiczne. Obciążenia powierzchni nośnych - wysięk przekroju. Wyznaczanie składowych obciążeń. Wpływ agregatów. • Obciążenia niesymetryczne płata. Brutalne sterowanie lotkami. Obrót ustalony. Burzliwa atmosfera. • Materiały stosowane do budowy płatowców. Podstawowe rodzaje ustrojów nośnych w lotnictwie. • Elementy struktury płatowca oraz ich związek z obciążeniami. • Geometria skrzydła a obciążenia. Obwiednia obciążeń dopuszczalnych. Przebiegi sił wewnętrznych na przykładzie skrzydła. Naprężenia w wybranych elementach skrzydła.

| | |
|---------------------------------|---|
| Konstrukcja silników lotniczych | K_W06, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U08, K_U12, K_U18, K_K01 |
|---------------------------------|---|

• 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). Łopatkki wirnikowe. Charakterystyki geometryczne. Zamki łopatek. Łopatkki aparatu kierującego. Kadłuby sprężarek. Uszczelnienia. Luz wierzchołkowy, luz osiowy. Urządzenia przeciwbodzeniowe. Materiały konstrukcyjne. Sprężarki promieniowe. Klasyfikacja. Konstrukcja sprężarki promieniowej. • Turbiny. Konstrukcja zespołu turbiny: tarcze, łopatkki, wirnik. Specyfika konstrukcji łopatek chłodzonych. Kadłuby turbin. Konstrukcje wielowirnikowe i wielostopniowe. Łopatkki wirnikowe i dyszowe. Luz wierzchołkowy. Uszczelnienia w turbinach. Sposoby łączenia tarcz turbin, sposoby łączenia wirników sprężarek i turbin. Sprzęgła. Rozkłady temperatur w turbinach Łopatkki, 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). Wyznaczanie 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 łopatkki sprężarki i obliczenia konstrukcyjne zamka wielo-trapezowego łopatkki turbiny. Wyznaczanie współczynników bezpieczeństwa konstrukcji. Naprężenia cieplne w łopatkce. Ocena zapasu wytrzymałości łopatkki. Wytrzymałość niskocyklowa łopatek turbin. • Drgania łopatek. Postaci drgań własnych łopatkki sprężarki osiowej. Wpływ prędkości obrotowej na częstość drgań własnych łopatkki. Wpływ sposobu mocowania łopatkki na drgania. Wyznaczanie częstości wymuszających drgania łopatkki. 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 wytrzymałości 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 jednoprzepływowego 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 łopatkki sprężarki osiowej. Geometria, środek ciężkości profilu. Wyznaczanie obciążeń, dobór kąta zaklinowania, wyznaczanie naprężeń i rozkładu współczynnika bezpieczeństwa. Wyznaczanie częstości drgań własnych łopatkki. 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 |
|--------------------------|--|

• Podział silników tłokowych (silniki rzędowe, przeciwsobne, widlaste, rzędowe). Obiegi porównawcze tłokowych silników spalinywych (obiegi silników dwu i czterosuowych), 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 indukowane, prędkość obrotowa, moment obrotowy, moc silnika, sprawność). Jednostkowe zużycie paliwa. Moc jednostkowa, charakterystyka prędkościowa, wysokościowa. Charakterystyka śmigłowa, śmigło ciężkie, lekkie • Paliwa do silników tłokowych i turbinowych, charakterystyki paliw, 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 czterosuowych (krzywki rozrządu, napęd zaworów, sprężyny, zawory) Chłodzenie silników (wpływ powietrza na pracę silnika, chłodzenie powietrzne). Układy smarowania silników (oleje silnikowe, schematy układów olejania, 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 doładującej • 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 nieliniowych (przybliżenie). Przegląd funkcji elementarnych: funkcje trygonometryczne, cyklometryczne (arcsin(x) i arctg(x)), trygonometryczne i logarytmiczne. 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 opisanych 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 |
|--------------|-----------------------------------|

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 • Rozwiązywanie prostych równań cząstkowych. | |
| <p>Matematyka 3</p> | <p>K_W01, K_U01, K_U04, K_U08, K_K01</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kombinatoryka i prawdopodobieństwo klasyczne – przypomnienie. Zdarzenia losowe, prawdopodobieństwo warunkowe i zupełne. • Pojęcie zmiennej losowej, gęstość rozkładu, dystrybuanta. Parametry zmiennej losowej, średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Przegląd zmiennych skokowych i ciągłych. Korzystanie z tablic rozkładów: Poissona, normalnego, Chi-kwadrat, t-studenta. • Elementy statyki opisowej. Szereg rozdzielczy, wyznaczenie podstawowych parametrów próby statystycznej. Wizualizacja danych statystycznych. • Estymacja punktowa i przedziałowa podstawowych parametrów, weryfikacja hipotez statystycznych. |
| <p>Materiały inżynierskie</p> | <p>K_W08, K_W12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka materiałów inżynierskich • Struktura krystaliczna; elementy krystalografii, budowa idealna i rzeczywista • Krystalizacja metali i stopów • Odształcenie plastyczne, zgniot i rekrytalizacja • Równowaga fazowa stopów metali na przykładzie układu Fe-Fe₃C, charakterystyka składników fazowych i mikrostruktury • Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Konstrukcyjne stopy żelaza i stal narzędziowa • Stal o specjalnych właściwościach fizycznych i chemicznych • Stopy metali nieżelaznych (Al, Cu, Ti, Ni, Zn, Sn, Pb, Mg) • Materiały niemetaliczne: ceramika i polimery • Materiały kompozytowe • Badania mikroskopowe, makroskopowe i nieniszczące |
| <p>Mechanika lotu 1</p> | <p>K_W11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie. Atmosfera fizyczna, atmosfera wzorcowa • Siły i momenty aerodynamiczne działające na samolot. • Biegunowa aerodynamiczna samolotu • Ustalony lot ślizgowy samolotu, biegunowa prędkości • Zespoły napędowe stosowane w lotnictwie • Zespół napędowy śmigło-silnikowy • Lot silnikowy • Start i lądowanie samolotu. • Osiągi przelotowe samolotu • Osiągi manewrowe samolotu. • Modelowanie matematyczne bezsilnikowego lotu samolotu • Modelowanie matematyczne charakterystyk zespołu napędowego • Modelowanie matematyczne lotu silnikowego • Modelowanie matematyczne startu i (lub) lądowania samolotu |
| <p>Mechanika ogólna 1</p> | <p>K_W06, K_U01, K_U08, K_U18, K_K01</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 przesytnione. • 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, |
| <p>Mechanika ogólna 2</p> | <p>K_W06, K_U08, K_U18, K_K01</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 |
| <p>Mechanika płynów</p> | <p>K_W07, K_U04, K_U08, K_U18</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsen. 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 Prandtl'a, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Pomiar wydatku płynu kryzą ISA • 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 Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora promieniowego. • 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. 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. Wpływ swobodny. |

| | |
|--|-----------------------------------|
| <p>Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyiny nieniuetonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablokowanie przewodu. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczania i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoks D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. Wprowadzenie do nowoczesnych metod badawczych w mechanice płynów</p> | |
| Metoda elementów skończonych | K_W06, K_U06 |
| <p>• Kompendium wiadomości z rachunku macierzowego. • 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. • Koncepcja elementu izoparametrycznego. • Ogólne zadanie całkowania numerycznego. • Analiza układu • zasady tworzenia macierzy sztywności układu, uwzględnianie warunków brzegowych • Podstawy nieliniowej MES: równanie sił rezidualnych, ścieżka równowagi układu, metody przyrostowo-korekcyjne, zlinearyzowana analiza stateczności układu • Ćwiczenia rachunkowe, pierwsza praca zaliczeniowa • Ćwiczenia rachunkowe, druga praca zaliczeniowa • Zaznajomienie z oprogramowaniem MSC PATRAN/MARC • Modelowanie układów płaskich, powierzchniowych. • Modelowanie układów przestrzennych, powierzchniowych. • Modelowanie złożonych struktur cienkościennych • Modelowanie struktur trójwymiarowych</p> | |
| Metody numeryczne w mechanice płynów | K_W05, K_W12, K_U06, K_U14, K_K01 |
| <p>• Zamknięty układ równań opisujących przepływy - modelowanie turbulencji • Metoda objętości skończonych - dyskretyzacja domeny obliczeniowej • Metody modelowania warstwy przyściennej • Modelowanie przepływów z wymianą ciepła • Przygotowanie geometrii domeny obliczeniowej w programie ANSYS SpaceClaim • Przygotowanie siatki obliczeniowej w programach ANSYS Mesher i Fluent Meshing • Obliczenia sił i współczynników aerodynamicznych dla profilu lotniczego w przepływie nie- i ściślimym • Modelowanie przepływów przez wirniki • Modelowanie przepływów naddźwiękowych i hipersonicznych • Modelowanie przepływów z wymianą ciepła • Optymalizacja kształtu - AdJoint Solver</p> | |
| Modelowanie przestrzenne | K_W05, K_K01, K_K08 |
| <p>• Zapoznanie studentów z filozofią pracy w współczesnych systemach CAD. Omówienie interfejsu oprogramowania. Zapoznanie z modułem do modelowania bryłowego. Zamodelowanie reprezentacyjnego przykładowego detalu. • Omówienie metodyki tworzenia dokumentacji plaskiej w systemach CAD. Wykonanie reprezentacyjnego przykładowego detalu. • Omówienie metodyki tworzenia złożeń w współczesnych systemach CAD. Wykończenie reprezentacyjnego przykładowego modelu złożenia. • Omówienie modelowania obiektowego. Wykonanie reprezentatywnego detalu. • Zapoznanie z modułem do tworzenia konstrukcji blaszanych. Wykonanie przykładu • Modelowanie elementów z nacięciem gwintem. Wykonanie przykładu. • Wprowadzenie do tematyki konfiguracji. Wykonanie przykładu • Zapoznanie z teatynką zintegrowanych baz elementów znormalizowanych. Wykonanie przykładowego złożenia z w/w elementami. • Modelowanie konstrukcji rurowych. Wykonanie przykładu. • Modelowanie powierzchniowe. Wykonanie przykładu. • Wprowadzenie do zagadnień modułów MES zintegrowanych z systemami CAD. Wykonanie przykładu. • Wprowadzenie do zagadnień symulacji kinetycznych. Wykonanie przykładowej symulacji. • Kolokwium zaliczeniowe wraz z omówieniem.</p> | |
| Napędy kosmiczne | K_W07, K_W09, K_U08, K_U09 |
| <p>• Projekt silnika raketowego, dobór materiału pędnego, określenie wymagań misji, określenie wstępnych charakterystyk napędu • Określanie wymagań energetycznych dla napędu do rodzaju zadania statku powietrznego, wyznaczenie ciągu statycznego silnika na wybrany materiał pędny, wyznaczenie impulsu właściwego • wyznaczenie schematu konstrukcyjnego napędu, prezentacja wyników projektów, zaliczenie przedmiotu</p> | |
| Ochrona środowiska | K_W02, K_W14 |
| <p>• 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-kuluarnej (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. Adsorpcja. 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, 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</p> | |

| | |
|--|--|
| <p>optyczna atmosfery, współczynnik przeźroczystości atmosfery, silna absorpcja w niejednorodnym 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 i globalna cyrkulacja oceaniczna. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, budowa troposfery, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, klimaty Ziemi, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, strefa konwergencji równikowej, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, masy powietrza, fronty atmosferyczne, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, front zimny, ciepły i zokludowany, fale Rosby'ego, 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.</p> | |
| Ochrona własności intelektualnej | K_W16, K_U01, K_K03 |
| <p>• 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 zgłoszenia uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego</p> | |
| Osprzęt i sterowanie silnika | K_W03 |
| <p>• 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 dwuprzepływowych. 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 wspomaganie w projektowaniu układów regulacji. Lotnicze czujniki pomiarowe. Pompa nurnikowa – element układu sterowania. 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.</p> | |
| Podstawy automatyki | K_W01, K_W03, K_U06, K_U07, K_U08 |
| <p>• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki. Układy sterowania i automatycznej regulacji. Wprowadzenie do opisu matematycznego elementów i układów automatyki • Przekształcenia całkowite. Pojęcie transmitancji operatorowej i widmowej. Wyznaczanie charakterystyk czasowych układów dynamicznych • Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych, ich znaczenie dla analizy funkcjonowania układów dynamicznych • Przekształcanie schematów blokowych, analiza funkcjonowania złożonych układów dynamicznych • Podstawowe elementy układów sterowania i automatycznej regulacji • Wymagania stawiane układowi regulacji; stabilność, jakość dynamiczna, dokładność statyczna • Opis układów dynamicznych w przestrzeni stanów, rozwiązywanie i analiza rozwiązań równań stanu • Regulatory P, PI, PD, PID. Właściwości i dobór nastaw regulatora. • Układy nieliniowe, zagadnienia aproksymacji liniowej i nieliniowej. Regulacja dwu i trójpołożeniowa. Układy impulsowe • Układy cyfrowe w automatyce. Opis za pomocą funkcji logicznych; minimalizacja i realizacja układów cyfrowych • Bezpośrednie sterowanie cyfrowe, regulatory i sterowniki cyfrowe w lotnictwie • Zagadnienia identyfikacji i optymalizacji układów sterowania i procesów dynamicznych. • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Symulacja układów dynamicznych i układów automatycznej regulacji (Matlab) • Badanie stabilności układów automatycznej regulacji (Matlab) • Regulacja PID, dobór nastaw regulatorów i analiza działania układu</p> | |
| Podstawy elektroniki | K_W01, K_W04, K_U07, K_U08, K_U14, K_K01 |
| <p>• 1. Komponenty elektroniczne. Elementy elektroniczne biernie, parametry tolerancje wykonania, warunki pracy. Podzespoły półprzewodnikowe diody prostownicze, schotki, 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. Ograniczanie w pracy elementów półprzewodnikowych • 2. 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. • 3. Układy analogowe. Wzmacniacze operacyjne, wzmacniacz odwracający, nieodwracający, wzmacniacz różnicowy, wtórnik, sumator analogowy, wzmacniacz logarytmujący, komparator analogowy, generatory napięcia sinusoidalnego, generatory przebiegów impulsowych, układy całkujące, układy różniczkujące analogowe układy kondycjonowania sygnałów. • 4. 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 • 5. Układy wyjściowe. Wzmacniacze mocy, układy sterowania PWM silnikami prądu stałego, układy mostkowe sterowania silnikami DC, serwo mechanizmy wykonawcze, sterowanie silnikami AC, sterowanie silnikami BLDC. • 6. Radiokomunikacja. Fale radiowe, propagacja fal radiowych. Odbiorniki radiowe, odbiorniki z przemiana częstotliwości, transciwery. Nadawanie sygnałów radiowych, modulacje ciągle, AM, FM. Modulacje impulsowe PAM, OOK, PDM, PFM, PCM. Anteny prętowe, anteny kierunkowe. • 7. 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. • Układy cyfrowe kombinacyjne. Synteza układu kombinacyjnego na bramkach logicznych, badanie stanów logicznych zbudowanego układu. • Układy analogowe. Badanie konfiguracji pracy wzmacniacza operacyjnego jako aktywnego filtra dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego, pasmowo przepustowego. Układ sumujący, układ różnicowy, generator sygnału prostokątnego.</p> | |
| Podstawy elektrotechniki | K_W04, K_U07, K_U08, K_K01 |
| <p>• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strąkowanie 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</p> | |

| | |
|--|---|
| <p>wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu 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.</p> | K_W05, K_U08, K_U14, K_U16, K_K01, K_K03, K_K06 |
| <p>Podstawy konstrukcji maszyn 1 (A+B)</p> | K_W05, K_U08, K_U14, K_U16, K_K01, K_K03, K_K06 |
| <p>• 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 • Uzupelnienie dokumentacji studenta</p> | K_W05, K_U08, K_U14, K_U16 |
| <p>Podstawy konstrukcji maszyn 2 (A+B)</p> | K_W05, K_U14, K_U16 |
| <p>• 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 • Uzupelnienie dokumentacji studenta</p> | K_W15, K_U01 |
| <p>Podstawy zarządzania</p> | K_W15, K_U01 |
| <p>• Wprowadzenie do zarządzania. Istota, pojęcie, cechy, funkcje i płaszczyzny procesu zarządzania. Organizacja i jej otoczenie; cechy, typy i formy organizacji. • Ewolucja nauk o zarządzaniu. Szkoły w naukach o zarządzaniu. Klasyczne, przejściowe i nowoczesne koncepcje zarządzania. • Planowanie: istota, funkcje, etapy, zasady, modele. Rodzaje planów w organizacji. Strategia i podstawy analizy strategicznej. Istota procesu podejmowania decyzji; rodzaje decyzji, techniki podejmowania decyzji. Organizowanie działalności przedsiębiorstwa. Pojęcie, elementy, funkcje i zasady budowy struktur organizacyjnych. • Przewodzenie. Źródła i zasady sprawowania władzy. Przywództwo, cechy przywódcy i sytuacyjne modele przywództwa. Style kierowania. Role i zadania kierownicze, kompetencje i umiejętności. • Motywacja i motywowanie pracowników, teorie motywacji i motywowania, elementy procesu motywowania. Wybrane metody i narzędzia motywowania pracowników. Kontrola i controlling. Istota kontroli. Proces kontroli. Zadania i funkcje kontroli. Rodzaje kontroli. Controlling w zarządzaniu organizacjami. Audyt - istota i rodzaje. • Pojęcie, rodzaje i modele komunikacji w zarządzaniu. Kultura organizacyjna i etyka w biznesie. Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem. Pojęcie jakości. Rozwój zarządzania jakością, pętla Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM. • Podstawy prawne zarządzania środowiskiem. Systemy zarządzania środowiskiem. Badanie zagrożeń i ocena ryzyka. Istota i zasady Lean Manufacturing. Metody i narzędzia doskonalenia procesów. • Podsumowanie zajęć, kolokwium zaliczeniowe i wystawienie ocen. • Analiza form organizacji - case study. Określenie misji, wizji i celów danej organizacji, analiza otoczenia. • Wykorzystanie narzędzi zarządzania - doskonalenia według koncepcji kaizen i reengineering. • Raport A3 i diagram Ishikawy - definiowanie przyczyn problemów i planowanie działań naprawczych • Opracowanie miesięcznego planu produkcji danego wyrobu po wykonaniu grafu/drzewa produktu i analizie zapotrzebowania. • Projektowanie struktury organizacyjnej - case study. Opracowanie założeń biznes planu dla wybranego przedsięwzięcia. • Analiza SWOT - case study. "Mapa myśli" - case study. • Projekt systemu kafeteryjnego motywowania i wynagradzania pracowników - case study • Trening asertywności, skuteczna pochwała, konstruktywna krytyka. Podsumowanie zajęć i wystawienie ocen</p> | K_W08, K_W09, K_U01, K_U03, K_U08, K_K01, K_K03 |
| <p>Praca dyplomowa</p> | K_W08, K_W09, K_U01, K_U03, K_U08, K_K01, K_K03 |
| <p>• posiada uporządkowaną wiedzę na temat materiałów inżynierskich, technik wytwarzania, technologii oraz metod pomiarowych stosowanych w lotnictwie umożliwiającą prowadzenie własnego złożonego projektu • ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu samolotów • potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (także w języku obcym), integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie • potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego i przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji tego zadania a także przedstawić krótką prezentację dotyczącą zadania, wyników i wniosków • potrafi rozwiązywać postawione w ramach pracy inżynierskiej zadania inżynierskie wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne • poprzez samodzielne wykonanie pracy inżynierskiej rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się - podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych • korzystając z wielu źródeł wiedzy ma świadomość ważności zachowania się w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej</p> | K_W13, K_W14, K_U18, K_K07 |
| <p>Praktyka produkcyjna</p> | K_W13, K_W14, K_U18, K_K07 |
| <p>• 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.</p> | K_W06, K_W09 |
| <p>Projektowanie i dobór zespołu napędowego</p> | K_W06, K_W09 |
| <p>• Student poznaje zagadnienia związane z charakterystykami silników lotniczych i ich doboru do samolotu • Student poznaje sposoby projektowania elementów kompleksowego zespołu napędowego samolotu • Student poznaje sposoby wyznaczania osiągnięć zespołu napędowego w czasie misji samolotu</p> | K_W07, K_W09 |
| <p>Projektowanie silników lotniczych</p> | K_W07, K_W09 |
| <p>• 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.</p> | K_W14, K_W15, K_K03 |
| <p>Przedmiot humanistyczny - psychologia lotnicza</p> | K_W14, K_W15, K_K03 |
| <p>• Zapoznanie studentów z zakresem i przedmiotem zajęć. Ogólne wiadomości o czynniku ludzkim w lotnictwie (parszywa dwunastka, model SHELL, model Sera Szwajcarskiego) • Układ wzrokowy: budowa oka, cechy widzenia, wady układu wzrokowego, złudzenia optyczne, (temat realizowany pod kątem zagadnień związanych z projektowaniem statków powietrznych) • Układ słuchowy i błędnik: budowa ucha środkowego i wewnętrznego, błędnik, środowisko akustyczne pracy, ochrona słuchu. • Komunikacja: ogólne zasady komunikacji, komunikacja językowa, komunikacja werbalna, komunikacja niewerbalna, omówienie metod pozwalających na skuteczną komunikację • Zarządzanie zasobami ludzkimi w zespole: typy charakterów, budowanie zespołu, przywództwo, facylitacja społeczna • Współpraca człowiek - maszyna: omówienie zagadnień</p> | |

| | |
|--|---|
| związanych z ergonomią kokpitu, budowanie interfejsów człowiek-maszyna, pozyskiwanie informacji z przyrządów pokładowych • Błędy ludzkie: omówienie przyczyn wybranych wypadków lotniczych • Stres, hierarchia potrzeb, Q&A | |
| Przekładnie lotnicze | K_W05, K_W08, K_W09, K_U01, K_U04, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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 ząbów. Dobór podstawowych cech przekładni. • Metody obliczeń wytrzymałościowych zębów kół. Konstrukcja 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 i ich obróbka cieplna. Dokładność wykonania części i zespołów przekładni. Smarowanie przekładni. • Badania stanowiskowe przekładni. • Projekt I. Wykonać projekt przekładni pośredniej. Praca obejmuje obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach. 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 zębatach, 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 zębatach. 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 zębatach. dobór łożysk, obliczenia wałów, dobór układu smarowania, rysunek złożeniowy przekładni i rysunek wykonawczy wskazanego elementu. | |
| Seminarium dyplomowe | K_W09, K_W14, K_W16, K_U02, K_K06 |
| <ul style="list-style-type: none"> ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu dyscyplin związanych z projektowaniem i badaniami silników lotniczych • przystępującą pracę i korzystając z baz danych ma podstawową wiedzę ochrony własności intelektualnej i prawa patentowe • posługuje się językiem technicznym właściwym dla dziedziny bad • prezentując wyniki swoich badań rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu (m.in. poprzez środki masowego przekazu) informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i nabywa umiejętność przekazywania wiedzy w sposób zrozumiały | |
| Silniki lotnicze i kosmiczne | K_W07, K_W08, K_W09, K_W12, K_U02, K_U18, K_K01, K_K07, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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- podstawa, 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 wysokoosiowy, charakterystyki zewnętrzne. Perspektywy rozwojowe silników tłokowych. • Silniki przepływowe. Kryteria klasyfikacji i podział silników przepływowych. Silnik strumieniowy, pulsacyjny, rezonansowy. Silniki jednorzępkowe i dwurzępkowe. Silniki turbinowe śmigłowe i śmigłowo-cięgi. Ciąg silnika – źródło ciągu, wyznaczenie 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 raketowe na stały i ciekły materiał pędny. Wytwarzanie ciągu w silnikach raketowych. Charakterystyki silników raketowych. 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, jednorzępkowego 5.Wyznaczanie ciągu 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. | |
| Systemy CAx w modelowaniu i projektowaniu konstrukcji lotniczych | K_W05, K_W08, K_W12, K_U01, K_U06, K_K03, K_K05 |
| <ul style="list-style-type: none"> Zapoznanie studentów z filozofią pracy w współczesnych systemach CAD. Omówienie interfejsu oprogramowania. Zapoznanie z modułem do modelowania bryłowego. Zamodelowanie reprezentacyjnego przykładowego detalu. • Omówienie metodyki tworzenia dokumentacji płaskiej w systemach CAD. Wykonanie reprezentacyjnego przykładowego detalu. • Omówienie metodyki tworzenia złożeń w współczesnych systemach CAD. Wykonanie reprezentacyjnego przykładowego modelu złożenia. • Omówienie modelowania obiektowego. Wykonanie reprezentatywnego detalu. • Zapoznanie z modułem do tworzenia konstrukcji blaszanych. Wykonanie przykładu • Modelowanie elementów z naciętym gwintem. Wykonanie przykładu. • Wprowadzenie do tematyki konfiguracji. Wykonanie przykładu • Zapoznanie z teatynką zintegrowanych baz elementów znormalizowanych. Wykonanie przykładowego złożenia z w/w elementami. • Modelowanie konstrukcji rurowych. Wykonanie przykładu. • Modelowanie powierzchniowe. Wykonanie przykładu. • Wprowadzenie do zagadnień modułów MES zintegrowanych z systemami CAD. Wykonanie przykładu. • Wprowadzenie do zagadnień symulacji kinetycznych. Wykonanie przykładowej symulacji. • Kolokwium zaliczeniowe wraz z omówieniem. | |
| Techniki wytwarzania 1 | K_W08, K_U04, K_K01, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> - 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: informacja o przebiegu cięcia, gęścia i kształtowania wytlóczek. - 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. - Ciągnienie: wiadomości ogólne, ciągnięcie 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 polidispersji, 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: ciecz lepka i lepko-sprężysta, efekt Weissenberga i efekt 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 naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęszczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Identyfikacja tworzyw sztucznych z wykorzystaniem spektroskopu na podczerwień. - 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, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Pozyce spawania. Budowa złącza spawanego. • Spawanie gazowe. • Spawanie łukowe. • Nowoczesne metody spawalnicze. • Wykonanie rysunku formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niezdelonych • 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 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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: assembler, 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_K01, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Proces produkcyjny, proces technologiczny, struktura procesu technologicznego, rodzaje obróbki, rodzaje półfabrykatów, czynniki wpływające na wybór półfabrykatów • Program produkcyjny, typy produkcji, norma czasu trwania operacji, naddatki obróbkowe • Zasady ustalania części do obróbki, rodzaje baz obróbkowych • Dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. Charakterystyka wymiarów. Tolerancja wymiarów, kształtu i położenia. Rozkład normalny, rodzaje kontroli, badanie zdolności jakościowej maszyn i procesów • Metody obróbki, dokładność wykonania części w odniesieniu do zastosowanej metody obróbki. • Dokumentacja techniczna stosowana w procesach wytwórczych. • Zasady projektowania procesu technologicznego obróbki i montażu, podział wyrobu na elementy składowe • Metody montażu: zamienność pełna, częściowa, konstrukcyjna i technologiczna • Zasady arytmetyki wymiarów tolerowanych, rozwiązywanie zadań pierwszego i drugiego typu • Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Półfabrykaty • Struktura procesu technologicznego. • Uchwyty obróbkowe • Nagniatanie toczne i ślizgowe • Badanie zdolności jakościowej procesu • Metody montażu | |
| Technologia silników lotniczych | K_W08, K_K01, K_K08 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 koło 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 przepływowych | K_W07, K_W09 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 spiętrzania sprężarki. Schemat, działanie i podstawowe parametry stopnia promieniowego. Kanały wlotowe sprężarki. Analiza pracy wirnika i dyfuzorów sprężarki odśrodkowej. Rotalpia, parametry stanu w przepływie względny 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. Wpływ 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 sprężarki: nastawne łopatki wlotowego wieńca kierownic, nastawne łopatki wieńców dyfuzorów, układy wielowirnikowe. Wieniec dyszowy i wirnikowy turbiny 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 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do przedmiotu, przegląd rozwiązań silników lotniczych • Obieg Braytona, analiza silnika idealnego • Analiza procesów termogazodynamicznych w zespołach silnika turbinowego • Analiza silnika jednorprzepływowego • Analiza silnika z dopalaczem oraz konstrukcji dwuwirnikowej • Analiza silnika dwuprzepływowego • Turbinowy silnik śmigłowy i śmigłowcowy • Wstęp do badań silników i analiza charakterystyk 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 osiągow | |
| Termodynamika | K_W07, K_U07, K_U08 |

- 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 molekularne, 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 Avogadro, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynnik ściśliwości, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmanna; Mieszanki gazowe: prawo Daltona, Prawo Amagata, ciśnienie cząstkowe, udziały składników, właściwości zastępcze mieszaniny. • Zasada Zachowania Energii: Działania termiczne, ciepło, system adiabatyczny, wymiana ciepła, przewodzenie, konwekcja, promieniowanie - podstawowe prawa i zależności; 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 między ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej. • 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, Seiliger-Sabathe, silniki przepływowe - obiegi: Braytona-Joule'a, Humphreya, regeneracja i podgrzewanie międzystopniowe - obiegi: Braytona-Joule'a, Ericsona, Stirlinga; Pompy cieplne - obieg Joule'a. • Termodynamika przepływów: równanie ciągłości; uogólnione równanie Bernoulliego, znamiona statyczne, dynamiczne i spiętrzenia, przepływ przez kanały o zmiennym przekroju. Dławienie: dławienie gazu doskonałego, dławienie gazu rzeczywistego, zjawisko Joula-Thomsona. • 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. • 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: równość statyki, atmosfera jednorodna - gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury - równanie ciśnienia, rozkład gęstości - równowaga globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, sprężanie i rozprężanie adiabatyczne - sucha i wilgotna adiabata, powietrze suche - gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne - gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • 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. • 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 Prandla, 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-Boltzmanna, prawo Plancka; właściwości ciał, emisyjność, absorpcyjność, 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. Mieszanki gazowe. Obliczanie ciepła właściwego i wykładnika izentropii mieszaniny. Obiegi termodynamiczne 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 zależności temperatury wrzenia od ciśnienia. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych. • Pomiar wilgotności powietrza. Wyznaczanie wykładnika adiabaty. • Pomiar wartości opałowej paliw gazowych.

| | |
|-------------------------|--|
| Wybrane zagadnienia MTO | K_W08, K_W10, K_W13, K_U01, K_U04, K_U13, K_K03, K_K07 |
|-------------------------|--|

- Wiomości z zakresu obsługi technicznej • Wybrane zagadnienia z matematyki, fizyki • Wiadomości z zakresu elektryki i elektroniki • Systemy instrumentów elektronicznych • Materiały i sprzęt • Działania z zakresu obsługi technicznej • Zagadnienia aerodynamiki • Czynniki ludzkie • Przepisy dotyczące lotnictwa • Struktury i systemy statku powietrznego • Napędy • Śmigło

| | |
|-----------------------|--------------|
| Wychowanie fizyczne 1 | K_U18, K_K01 |
|-----------------------|--------------|

- 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_U18, K_K01 |
|-----------------------|--------------|

- 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_W16, K_U01, K_U04, K_U18, K_K01 |
|----------------------|--|

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 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_U18 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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-Boltzmann. 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 zebra, chłodzonego konwekcyjnie - rozkład temperatury i wymieniana moc cieplna. Sprawność zebra i jej zależność od materiału, warunków chłodzenia, wymiarów i kształtu zebra 5. Konwekcja swobodna - przykłady występowania. Siły masowe-następstwo rozkładu temperatury, a dalej – rozkład 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 h_x wzdłuż wysokości płyty. Forma bezwymiarowa rozwiązań; liczby kryterialne i korzyści wynikające z ich stosowania. Miejscowe liczby: Nusselta Nux i Grashofa Grx, liczba Prandla 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 przepływu 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 ścianie) 8. Analie 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_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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. Zakrętomiernik 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 całkowity, 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 przewożeniu materiałów magnetycznych, kontrola sprawności dokonywana przez pilota), busola żyroindukcyjna. • Przyrządy kontroli pracy silnika: budowa i zasada działania: obrotomiernik, wskaźnik ciśnienia ładowania, wskaźnik przepływu i ciśnienia paliwa, wskaźnik ciśnienia i temperatury oleju, wskaźnik temperatury głowic i temperatury gazów wylotowych. • W ramach laboratorium zrealizowanych zostanie sześć ćwiczeń wskazanych przez prowadzącego, z zakresu badania i analizy właściwości przyrządów ciśnieniowych, przyrządów żyroskopowych, przyrządów i systemów kursowych oraz systemów wskazań. | |
| Wytrzymałość maszyn wirnikowych | K_W01, K_W06, K_W09, K_U01, K_U03, K_U08, K_U18, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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 najprostsz model tarczy turbiny. Równanie różniczkowe równowagi dla wirującej tarczy nienagranej 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 łopatkce. Deformacja promieniowa łopatki. • Sposoby łączenia łopatek i tarczy- uproszczona analiza obciążeń w połączeniu jodełkowym. Zaliczenie końcowe (Egzamin) • Rozkład naprężeń i odkształceń w wirującej tarczy pełnej o stałej grubości- zadania • Rozkład naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w tarczy otworem kołowym- zadania • Analiza naprężeń oraz odkształceń mechanicznych i termicznych łopatki metodą dyskretną. Wymiarowanie łopatek. Opis procedur stosowanych w projekcie. Wydanie danych do projektu. • Połączenie jodełkowe łopatki z dyskiem turbiny – analiza uproszczona modelu płaskiego - zadania • Metody numeryczne stosowane w obliczeniach naprężeń i odkształceń maszyn wirnikowych. Wykorzystanie metody elementów skończonych w obliczeniach wytrzymałościowych i zmechaniach – studium przypadku. | |
| Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 1 | K_W06, K_U08, K_K01 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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-stacyczna próba rozciągania, stacyczna próba ściskania. 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. • Czyste ścinanie, związek pomiędzy naprężeniem stycznym oraz kątem odkształcenia postaciowego, moduł sprężystości postaciowej Kirchhoffa. • Osiosymetryczne zbiorniki cienkościenne, wzór Laplace'a, analiza ogólnego przykładu zbiornika. Zbiornik walcowy, zbiornik kulisty, zbiornik stożkowy. • Trójwymiarowy stan naprężenia, tensor naprężeń, tensor odkształceń. Trójkierunkowy stan odkształcenia, uogólnione prawo Hooke'a. Podział | |

| | |
|---|---|
| <p>tensora naprężeń i tensora odkształceń, prawo sprężystej zmiany objętości, prawo zmiany postaci. Uproszczona analiza trój kierunkowego stanu naprężenia. • Całkowita energia odkształcenia, energia odkształcenia postaciowego i objętościowego. • Wytyczenie materiału, klasyfikacja i przykłady hipotez wytrzymałościowych. Hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Przypadki skręcania, skręcanie swobodne i nieswobodne. Skręcanie prętów o przekrojach kołowych, analiza pręta skręcanego. Analogia hydrodynamiczna, skręcanie prętów cienkościennych, wzory Bredta. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich, sprawdzian wiadomości. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów, sprawdzian wiadomości. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych, sprawdzian wiadomości. • Skręcanie prętów cienkościennych - przykłady zastosowania wzorów Bredta.</p> | |
| Wytrzymałość materiałów i konstrukcji 2 | K_W06, K_U07, K_U08, K_U12, K_K01 |
| <p>• Zginanie proste: czyste zginanie, zginanie z udziałem sił poprzecznych, wykresy momentów gnących i sił tnących, analiza naprężeń i odkształceń, zginanie ukośne. • Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna. • Wyznaczanie przemieszczeń belek zginanych - metoda Clebscha, metoda analityczno-wykreślna. • Sprężyste wyoboczenie pręta: zagadnienie stateczności, ścieżka równowagi, wzór Eulera, techniczne metody obliczeń prętów na wyoboczenie. • Metody energetyczne, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Przypadki skręcania, skręcanie swobodne i nieswobodne. Skręcanie prętów o przekrojach kołowych, analiza pręta skręcanego. Analogia hydrodynamiczna, skręcanie prętów cienkościennych, wzory Bredta. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich, sprawdzian wiadomości. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów, sprawdzian wiadomości. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych, sprawdzian wiadomości. • Skręcanie prętów cienkościennych - przykłady zastosowania wzorów Bredta.</p> | |
| Zarys techniki kosmicznej | K_W02, K_W07, K_W09, K_W11, K_W12, K_U01, K_U04, K_U07, K_U09, K_U17, K_U18, K_K01, K_K06, K_K07, K_K08 |
| <p>• Zarys historia raketnictwa i astronautyki. • Elementy mechaniki niebieskiej • Optyka instrumentalna w zastosowaniach astronomicznych i astronautycznych • Wprowadzenie do napędów kosmicznych • Układ Słoneczny jako środowisko astronautyki • Projektowanie misji kosmicznych • Elementy aerodynamiki wejścia w atmosferę • Wyzwania astronautyki. Przyszłe misje.</p> | |
| Zarys techniki lotniczej | K_W11, K_W12, K_U01, K_U18, K_K07 |
| <p>• Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny • Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu • Metody obliczeń podstawowych osiągow w locie statku powietrznego • Metody szacowania masy startowej • Wpływ obciążenia powierzchni nośnych i obciążenie ciągu na osiągi statku powietrznego • Obciążenia statków powietrznych • Konstrukcja statków powietrznych, podstawy budowy statków powietrznych - wykorzystywane materiały, technologia • Badania konstrukcji lotniczych • Wyposażenie samolotu - wprowadzenie do pomiarów aerometrycznych • Wyposażenie samolotu - wprowadzenie do pomiaru wielkości kątowych • Autopilot i systemy sterowania • Systemy samolotów bezałogowych • Możliwości prac rozwojowych awioniki "małego lotnictwa" w projektach studenckich • Wprowadzenie. Statystyka samolotów i silników lotniczych • Model masowy samolotu • Ogólne obciążenia samolotu w locie, obwiednia obciążeń. • Podstawowe struktury konstrukcji lotniczych – szkice konstrukcyjne. • Zaliczenie</p> | |
| Zarządzanie projektami lotniczymi i kosmicznymi | K_W15, K_U09, K_U18, K_K05 |
| <p>• Wprowadzenie do zarządzania projektami. Definicja najważniejszych pojęć. • Przegląd metod zarządzania projektami. • Organizacja i kierownictwo projektu • Kosztorysowanie projektu i przygotowanie propozycji projektowej • Zarządzanie ryzykiem i szansami • Szczegółowe planowanie projektu • Monitorowanie i kontrola projektu • Narzędzia i metody. Wprowadzenie do języka SysML • Karta projektu. Cel i sens projektu. Plan działania. • Planowanie prac, harmonogram projektu, budżet projektu, analiza zasobów, analiza ryzyka. • Budowanie zespołu. Role i zakres odpowiedzialności. • Przygotowanie propozycji projektowej • Zarządzanie projektem. Monitorowanie, przepływ informacji, zarządzanie zespołem, zakończenie projektu. • Wykorzystanie nowoczesnych technologii w zarządzaniu projektem.</p> | |

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 pożądaných przez pracodawców i współpracowników (właściwej organizacji pracy, sumiennosci 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.