

Program studiów

# Nowoczesne materiały lotnicze pierwszego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	<b>Nowoczesne materiały lotnicze</b>
Poziom studiów	<b>pierwszego stopnia</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>

Nazwa dyscypliny wiodącej, w ramach której uzyskiwana jest ponad połowa efektów uczenia się wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny wiodącej	Udział
<b>inżynieria materiałowa</b>	<b>80 %</b>

Nazwy pozostałych dyscyplin wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla pozostałych dyscyplin w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny	Udział
<b>inżynieria mechaniczna</b>	<b>20 %</b>

Liczba semestrów	studia stacjonarne: 7
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	210
Łączna liczba godzin zajęć	2565
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	inżynier
Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	Absolwent studiów pierwszego stopnia kierunku nowoczesne materiały lotnicze posiada uporządkowaną wiedzę z dziedzin nauk ścisłych i przyrodniczych oraz inżynieryjno-technicznych w zakresie ogólnej wiedzy inżynierskiej i rozszerzoną wiedzę z zakresu inżynierii materiałowej a także technologii lotniczych. Posiada również wiedzę o podstawach techniki lotniczej, konstrukcji statków powietrznych i silników lotniczych. Posiada wiedzę dotyczącą struktury, właściwości, metod badań oraz technologii nowoczesnych materiałów metalicznych, polimerowych, ceramicznych i kompozytowych, a także ich zastosowań w przemyśle i lotnictwie. Rozumie procesy niszczenia materiałów, a także sposoby ich ograniczania. Potrafi w ramach pracy samodzielnej oraz zespołowej analizować i rozwiązywać problemy inżynierskie związane z doбором materiałów i technologii oraz

	<p>metod badań. Umie również planować badania, opracowywać i interpretować wyniki pomiarów oraz korzystać z narzędzi informatycznych i obliczeniowych wspomagających ich analizę. Jest gotów do samodzielnego podejmowania decyzji, działania z poszanowaniem zasad bezpieczeństwa pracy, etyki zawodowej, ochrony środowiska i własności intelektualnej. Ma świadomość potrzeby ciągłego doskonalenia zawodowego i jest przygotowany do podjęcia studiów drugiego stopnia. Nabyta wiedza, umiejętności i kompetencje, predysponują absolwenta studiów pierwszego stopnia nowoczesne materiały lotnicze do pracy w małych średnich i dużych przedsiębiorstwach m.in. z branży lotniczej i metalurgicznej, a także zapleczu badawczo-rozwojowym przemysłu, jednostkach doradczych i projektowych.</p>
--	--

## 2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Zna i rozumie w stopniu zaawansowanym metody matematyczne, informatyczne i statystyczne stosowane do analizy i modelowania procesów wytwarzania materiałów inżynierskich, kształtowania ich właściwości i niszczenia.	P6S_WG
K_W02	Zna i rozumie w stopniu zaawansowanym uwarunkowania fizyczne i chemiczne procesów wytwarzania, kształtowania właściwości i zastosowań materiałów inżynierskich.	P6S_WG
K_W03	Zna i rozumie w stopniu zaawansowanym podstawowe zagadnienia z zakresu mechaniki, grafiki inżynierskiej, elektroniki i elektrotechniki, podstaw projektowania i obliczeń inżynierskich niezbędne dla inżynierii materiałowej.	P6S_WG
K_W04	Zna i rozumie w stopniu zaawansowanym zagadnienia dotyczące podstaw konstrukcji statków powietrznych i silników lotniczych oraz doboru materiałów inżynierskich do tych zastosowań, z uwzględnieniem zagadnień z zakresu mechaniki i wytrzymałości materiałów.	P6S_WG
K_W05	Zna i rozumie w stopniu zaawansowanym budowę, w zakresie od nano- do makrostruktury, materiałów metalicznych, ceramicznych, polimerowych i kompozytowych oraz jej wpływ na ich właściwości.	P6S_WG
K_W06	Zna i rozumie w stopniu zaawansowanym procesy kształtowania mikrostruktury i właściwości materiałów inżynierskich, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów stosowanych w lotnictwie.	P6S_WG
K_W07	Zna i rozumie w stopniu zaawansowanym podstawowe metody badań materiałów inżynierskich stosowane w przemyśle lotniczym i zasady interpretacji ich wyników.	P6S_WG

K_W08	Zna i rozumie w stopniu zaawansowanym najważniejsze teorie i procesy niszczenia materiałów inżynierskich w wyniku oddziaływania środowiska zewnętrznego i sposoby przeciwdziałania tym procesom, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań w przemyśle lotniczym.	P6S_WG
K_W09	Zna i rozumie w stopniu zaawansowanym zagadnienia dotyczące aspektów technicznych działania urządzeń i maszyn przemysłowych.	P6S_WG
K_W10	Zna i rozumie zagadnienia związane z organizacją i zarządzaniem w przemyśle, zarządzaniem jakością produktów i zapewnianiem bezpieczeństwa pracownikom.	P6S_WK
K_W11	Zna i rozumie uwarunkowania prawne funkcjonowania przedsiębiorstw, w tym dotyczące ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego.	P6S_WK
K_W12	Zna i rozumie uwarunkowania etyczne, społeczne i prawne działalności zawodowej inżyniera w przedsiębiorstwach funkcjonujących w branży lotniczej.	P6S_WK
K_W13	Zna i rozumie w stopniu zaawansowanym podstawowe zagadnienia związane z cyklem życia urządzeń, obiektów, systemów technicznych i jego wpływem na środowisko.	P6S_WK
K_U01	Potrafi dobierać i stosować metody i narzędzia analityczne i obliczeniowe odpowiednie dla rozwiązywania problemów z zakresu inżynierii materiałowej.	P6S_UW
K_U02	Potrafi rozwiązywać zadania związane z projektowaniem inżynierskim, wytwarzaniem, kształtowaniem właściwości i doбором materiałów oraz dokonywać analizy uzyskanych wyników.	P6S_UW
K_U03	Potrafi planować i realizować prace badawcze dotyczące określania podstawowych wielkości fizycznych i chemicznych oraz właściwości materiałów, interpretować uzyskane wyniki i formułować wnioski.	P6S_UW
K_U04	Potrafi planować i realizować procesy kształtowania właściwości materiałów inżynierskich.	P6S_UW
K_U05	Potrafi pozyskiwać z dostępnej literatury i źródeł danych potrzebne informacje, analizować je i interpretować, dokonywać syntezy, formułować wnioski i opinie.	P6S_UW
K_U06	Potrafi, na podstawie dostępnej wiedzy i danych literaturowych, analizować i oceniać istniejące rozwiązania techniczne w zakresie prawidłowości doboru materiałów inżynierskich i przyjętych metod kształtowania ich właściwości.	P6S_UW
K_U07	Potrafi formułować złożone problemy dotyczące kształtowania właściwości materiałów inżynierskich, ich doboru i zastosowań, dobierać odpowiednie narzędzia badawcze i obliczeniowe oraz rozwiązywać je w sposób innowacyjny.	P6S_UW
K_U08	Potrafi porozumiewać się w języku obcym w formie ustnej i pisemnej na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P6S_UK
K_U09	Potrafi przygotować i przedstawić w formie ustnej, pisemnej i multimedialnej opracowanie dotyczące wybranego zagadnienia z zakresu inżynierii materiałowej.	P6S_UK
K_U10	Potrafi posługiwać się prawidłową terminologią z zakresu inżynierii materiałowej, w szczególności dotyczącą materiałów lotniczych, w ramach ustnej i pisemnej komunikacji z otoczeniem.	P6S_UK
K_U11	Potrafi brać udział w dyskusjach dotyczących zagadnień związanych z właściwościami, zastosowaniem i wytwarzaniem materiałów, przytaczać argumenty popierające przedstawiane przez siebie tezy i oceniać argumenty	P6S_UK

	przedstawiane przez innych uczestników dyskusji.	
K_U12	Potrafi planować i organizować pracę indywidualną i zespołową, współdziałać z innymi członkami zespołu w ramach realizowanych prac zespołowych.	P6S_UO
K_U13	Potrafi samodzielnie planować i realizować proces zwiększania swojej wiedzy i kompetencji z zakresu studiowanej dyscypliny w życiu zawodowym.	P6S_UU
K_K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy oraz rozwiązywania problemów poznawczych i praktycznych z zakresu inżynierii materiałowej, dotyczących swojego miejsca pracy, na podstawie dostępnych źródeł informacji, w tym opinii ekspertów.	P6S_KK
K_K02	Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, współorganizowania działalności na rzecz środowiska społecznego, inicjowania działań na rzecz interesu publicznego, myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	P6S_KO
K_K03	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia swojej funkcji w przedsiębiorstwie, przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych, dbałości o dorobek i tradycje zawodu.	P6S_KR

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, 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/którego kierunku 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.

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

#### 3.1 Wykaz zajęć

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	MC	Chemia	30	0	30	0	60	5	T	
1	MC	Fizyka	30	15	0	0	45	4	T	
1	MK	Grafika inżynierska	15	0	0	30	45	3	N	
1	MC	Krystalografia	15	30	0	0	45	4	T	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	4	N	

1	MC	Metodyka studiowania	15	0	0	0	15	2	N	
1	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
1	MC	Podstawy nauki o materiałach	15	0	0	0	15	1	N	
1	ML	Przedmiot wybieralny 1: (Technologie lotnicze / Historia techniki lotniczej)	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZH	Przedmiot wybieralny humanistyczny: (Etyka w biznesie / Socjologia)	30	0	0	0	30	2	N	
1	MF	Technologie informacyjne	15	0	15	0	30	2	N	
1	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>240</b>	<b>105</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
2	MC	Badania właściwości mechanicznych materiałów inżynierskich	15	0	30	0	45	3	N	
2	MC	Chemia fizyczna	30	0	15	0	45	4	T	
2	MC	Fizyka ciała stałego	30	0	30	0	60	5	T	
2	FD	Matematyka 2	30	30	0	0	60	5	T	
2	MA	Mechanika ogólna	15	15	0	0	30	2	N	
2	MC	Nauka o materiałach 1	30	15	0	0	45	3	N	
2	ED	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	3	N	
2	MC	Wybrane elementy programowania	15	0	30	0	45	3	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
2	ML	Zarys techniki lotniczej	15	0	0	0	15	2	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>210</b>	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>0</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

3	MC	Badania mikroskopowe	15	0	30	0	45	4	T	
3	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
3	ML	Konstrukcja silników lotniczych	30	0	0	0	30	2	N	
3	MC	Krystalizacja materiałów inżynierskich	30	0	30	0	60	4	N	
3	MC	Metody analizy składu chemicznego materiałów	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Nauka o materiałach 2	30	0	30	0	60	5	T	
3	MK	Projektowanie inżynierskie	15	0	0	30	45	3	N	
3	MC	Rentgenografia strukturalna i metody analizy składu fazowego	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Wytrzymałość materiałów	15	30	0	0	45	3	N	
3	MT	Zarządzanie jakością w badaniach i produkcji lotniczej	15	0	0	30	45	3	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>180</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>60</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
4	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
4	ML	Konstrukcja samolotów	15	0	0	0	15	2	N	
4	MC	Konstrukcyjne materiały polimerowe	15	0	30	0	45	4	T	
4	MP	Kształtowanie plastyczne materiałów metalicznych	30	0	15	15	60	4	N	
4	MC	Materiały metaliczne	45	0	45	0	90	6	T	
4	MO	Obliczenia inżynierskie i statystyczne	15	0	30	0	45	3	N	
4	MG	Odlewnictwo	30	0	15	0	45	3	N	

4	MC	Podstawy inżynierii powierzchni	30	0	15	0	45	3	N	
4	MC	Przedmiot wybieralny 2: (Analiza cieplna / Termodynamika przemian fazowych)	15	30	0	0	45	3	N	
<b>Sumy za semestr: 4</b>			<b>195</b>	<b>60</b>	<b>150</b>	<b>15</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
5	MC	Dobór materiałów inżynierskich	15	0	0	30	45	4	T	
5	MG	Inżynieria spajania	30	0	30	0	60	3	N	
5	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
5	MC	Materiały ceramiczne	30	0	30	0	60	5	T	
5	MC	Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna	30	0	45	0	75	6	T	
5	MX	Praktyka zawodowa	0	0	0	0	0	6	N	
5	MK	Przedmiot wybieralny 3: (Budowa i zasada działania maszyn i urządzeń mechanicznych / Podstawy eksploatacji i niezawodności maszyn)	30	15	0	15	60	4	N	
<b>Sumy za semestr: 5</b>			<b>135</b>	<b>45</b>	<b>105</b>	<b>45</b>	<b>330</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
6	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	3	T	
6	MC	Korozja materiałów	30	0	30	0	60	5	T	
6	MC	Materiały kompozytowe	15	0	15	0	30	3	N	
6	MT	Podstawy przedsiębiorczości	15	0	0	0	15	1	N	
6	MC	Przedmiot wybieralny 4: (Materiały narzędziowe / Stopy żaroodporne i żarowytrzymałe dla lotnictwa i energetyki)	30	0	30	0	60	5	N	

6	MC	Przedmiot wybieralny 5: (Charakterystyka i identyfikacja zużycia wyrobów lotniczych / Pękanie materiałów inżynierskich)	30	0	15	0	45	3	N	
6	MC	Przedmiot wybieralny 6: (Recykling materiałów i ochrona środowiska / Wytwarzanie materiałów z elementami ochrony środowiska)	30	0	0	30	60	4	N	
6	MC	Technologie warstw i powłok w przemyśle lotniczym	30	0	45	0	75	6	T	
<b>Sumy za semestr: 6</b>			<b>180</b>	<b>30</b>	<b>135</b>	<b>30</b>	<b>375</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
7	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	
7	MO	Przedmiot wybieralny 7: (Metody badań warstw i powłok ochronnych / Podstawy obróbki ubytkowej)	15	0	30	0	45	4	N	
7	ML	Przedmiot wybieralny 8: (Systemy CAx w przemyśle / Informatyka przemysłowa)	15	0	15	0	30	2	N	
7	MT	Przedmiot wybieralny 9: (Niekonwencjonalne technologie materiałowe / Zużycie tribologiczne materiałów inżynierskich)	15	0	15	0	30	3	N	

7	MT	Przedmiot wybieralny 10: (Zintegrowane systemy zarządzania / Znormalizowane systemy zarządzania w przemyśle)	15	0	0	15	30	2	N	
7	MC	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	
7	MC	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	2	N	
<b>Sumy za semestr: 7</b>			<b>75</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>45</b>	<b>180</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>										
			<b>1215</b>	<b>390</b>	<b>735</b>	<b>225</b>	<b>2565</b>	<b>210</b>	<b>16</b>	<b>5</b>

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 Przedmioty wybierane w ramach programu studiów, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Etyka w biznesie	30	0	0	0	30	2	N	
1	ML	Historia techniki lotniczej	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZH	Socjologia	30	0	0	0	30	2	N	
1	MT	Technologie lotnicze	30	0	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Analiza cieplna	15	0	30	0	45	3	N	

4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Termodynamika przemian fazowych	15	0	30	0	45	3	N	
5	MK	Budowa i zasada działania maszyn i urządzeń mechanicznych	30	15	0	15	60	4	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	MK	Podstawy eksploatacji i niezawodności maszyn	30	15	0	15	60	4	N	
6	MC	Charakterystyka i identyfikacja zużycia wyrobów lotniczych	30	0	15	0	45	3	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MC	Materiały narzędziowe	30	0	30	0	60	5	N	
6	MC	Pękanie materiałów inżynierskich	30	0	15	0	45	3	N	
6	MC	Recykling materiałów i ochrona środowiska	30	0	0	30	60	4	N	
6	MC	Stopy żaroodporne i żarowytrzymałe dla lotnictwa i energetyki	30	0	30	0	60	5	N	
6	MC	Wytwarzanie materiałów z elementami ochrony środowiska	30	0	0	30	60	4	N	
7	MC	Informatyka przemysłowa	15	0	15	0	30	2	N	
7	MC	Metody badań warstw i powłok ochronnych	15	0	30	0	45	4	N	
7	MC	Niekonwencjonalne technologie materiałowe	15	0	15	0	30	3	N	
7	MO	Podstawy obróbki ubytkowej	15	0	30	0	45	4	N	
7	ML	Systemy CAx w przemysle	15	0	15	0	30	2	N	
7	MT	Zintegrowane systemy zarządzania	15	0	0	15	30	2	N	
7	MT	Znormalizowane systemy zarządzania w przemysle	15	0	0	15	30	2	N	
7	MT	Zużycie tribologiczne materiałów inżynierskich	15	0	15	0	30	3	N	

### 3.2 Parametry programu studiów i metody weryfikacji efektów uczenia się

## 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.	116 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	169 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 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	16
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	16
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	34
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	639
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	47
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	36
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	8

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	88
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	29
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte 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	113
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	108
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	32
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	206

### 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.

Badania mikroskopowe	K_W05, K_W07, K_U03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyka metod przygotowania materiału do badań mikroskopowych. Dobór metod przygotowania materiału do badań mikroskopowych.</li> <li>• Charakterystyka i dobór mikroskopowych metod badań stosowanych do oceny mikrostruktury i struktury materiałów dla lotnictwa. Ilościowa i jakościowa ocena mikrostruktury. Analiza wyników badań oceny mikrostruktury.</li> <li>• Charakterystyka i dobór mikroskopowych metod badań stosowanych do analizy składu chemicznego oraz fazowego materiałów. Interpretacja wyników analizy składu chemicznego i fazowego. Ocena orientacji krystalograficznej materiałów wraz z interpretacją wyników.</li> <li>• Charakterystyka mikroskopowych metod badań topografii powierzchni. Analiza wyników badań topografii powierzchni.</li> </ul>	
Badania właściwości mechanicznych materiałów inżynierskich	K_W07, K_U03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanizmy odkształcenia i niszczenia materiałów w temperaturze pokojowej i podwyższonej oraz ich wpływ na metodykę badania właściwości mechanicznych materiałów konstrukcyjnych.</li> <li>• Próba statyczna rozciągania w temperaturze pokojowej i podwyższonej – metodyka pobierania próbek materiału do badań, metodyka badań i</li> </ul>	

<p>analiza wyników próby. Wyznaczanie wielkości charakteryzujących właściwości mechaniczne materiału w warunkach obciążeń statycznych. • Próba statyczna ściskania i zginania w temperaturze pokojowej – metodyka badań i analiza wyników próby. • Próba udarności – metodyka badań i analiza wyników próby. • Pomiary twardości – metodyka i zakres stosowania statycznych metod pomiaru twardości (Brinella, Vickersa, Rockwella), pomiar twardości przy małym obciążeniu („mikrotwardość”) • Próba odporności na pękanie w płaskim stanie odkształcenia – metodyka badań, rodzaje próbek, kryteria oceny wyników próby. • Podstawy metodyki próby zmęczeniowej w zakresie małej i dużej liczby cykli do zniszczenia – wielkości charakteryzujące wytrzymałość zmęczeniową, wykresy zmęczeniowe. • Podstawy metodyki próby pełzania i relaksacji naprężeń – wielkości charakteryzujące odporność materiału na pełzanie.</p>	
Chemia	K_W02, K_U03, K_U12
<p>• Wprowadzenie do kursu chemii, podstawy obliczeń chemicznych. • Budowa jądra atomowego, promieniotwórczość. • Struktura elektronowa atomów i cząsteczek • Reakcje chemiczne w roztworach elektrolitów. • Właściwości wybranych pierwiastków i związków chemicznych</p>	
Chemia fizyczna	K_W02, K_U03, K_U12
<p>• Termodynamika chemiczna – podstawy termochemii, zasady termodynamiki, równowaga reakcji chemicznej, elementy termodynamiki roztworów. • Elektrochemia układów w stanie równowagi termodynamicznej. • Budowa faz powierzchniowych, procesy zachodzące na granicach międzyfazowych (napiecie powierzchniowe, adsorpcja). • Procesy transportu w fazie ciekłej i gazowej – dyfuzja, przepływ lepki, przewodnictwo elektryczne elektrolitów. • Kinetyka reakcji chemicznych i elektrochemicznych.</p>	
Dobór materiałów inżynierskich	K_W05, K_W06, K_W08, K_U05, K_U06, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12, K_K01
<p>• Kryteria doboru materiałów inżynierskich • Charakterystyka procesu projektowania • Procedura doboru materiału inżynierskiego • Bazy danych materiałów • Krajowe i międzynarodowe systemy oznaczania stopów • Dobór materiału do konkretnego zastosowania</p>	
Fizyka	K_W02, K_U01
<p>• Mechanika klasyczna – miary, jednostki, wektory; kinematyka; dynamika; praca, energia i pęd; mechanika płynów; fale i akustyka; wprowadzenie do termodynamiki. • Elektromagnetyzm – elektryczność; magnetyzm; indukcja elektromagnetyczna; fale elektromagnetyczne; optyka. • Wstęp do fizyki współczesnej – wprowadzenie do mechaniki kwantowej; elementy fizyki jądrowej.</p>	
Fizyka ciała stałego	K_W02, K_U03, K_U12
<p>• Właściwości magnetyczne i elektryczne ciał stałych. Przewodniki, półprzewodniki, izolatory. Zjawisko nadprzewodnictwa. Teoria pasmowa ciała stałego. Przewodnictwo cieplne ciał stałych. Materia w ujęciu termodynamicznym. • Podstawy mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne, dualizm korpuskularno-falowy efekt Comptona, fale de Broglie’a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, budowa atomu Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste. Dyfrakcja na kryształach.</p>	
Grafika inżynierska	K_W03, K_U02
<p>• Geneza i rola zapisu konstrukcji. Formaty arkuszy, podziałki, linie rysunkowe i ich zastosowanie, pismo techniczne. Rodzaje rysunków. Krzywe płaskie. • Sposoby przedstawienia elementów na rysunku (widoki, przekroje, kłady). Metody rzutowania.</p>	

Izometria. Rzuty prostokątne brył na ściany sześciangu. • Przekroje proste i złożone (stopniowe i łamane) elementów maszyn. Półwidok-półprzekrój. • Wymiarowanie: zapis, zasady rozmieszczania. Tolerancje wymiarów i pasowania. Chropowatość powierzchni. • Tolerancje kształtu i położenia. Przedstawienie gwintów w rysunku technicznym. • Przedstawienie wybranych połączeń rozłącznych i nierozłącznych w rysunku technicznym. • Zasady dotyczące przedstawienia przekładni mechanicznych i ich składowych (m.in. wały, koła zębate, uszczelnienia, łożyska). Rysunki zespołu. • Szkic techniczny. Szkic 3D - elementy typu kostka i walec (izometria, dimetria). • Wprowadzenie do programu CAX. Ustawienia rysunku. Podstawowe elementy rysunku. Modyfikacje rysunku. Wymiarowanie. Kreskowanie. • Rzutowanie na ściany sześciangu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. • Przekrój prosty na podstawie rysunku aksonometrycznego lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekrój złożony z uwzględnieniem wymiarowania na podstawie rysunku aksonometrycznego lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Rysunek elementu rzeczywistego z naciętym gwintem z uwzględnieniem tolerancji wymiarów. Praca kontrolna - połączenie śrubowe. • Rysunek części typu tuleja z uwzględnieniem chropowatości powierzchni na podstawie modelu rzeczywistego. • Rysunek części maszynowej typu koło zębate z naciętym rowkiem pod wpust lub wielowypustem z uwzględnieniem tolerancji geometrycznych na podstawie modelu rzeczywistego lub rysunku złożeniowego. Praca kontrolna - rysunek wybranego węzła maszynowego. • Rysunek części maszynowej typu wał z naciętym rowkiem pod wpust lub wielowypustem z uwzględnieniem obróbki cieplnej na podstawie modelu rzeczywistego lub rysunku złożeniowego.

Inżynieria spajania

K\_W06, K\_U04, K\_U06

• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka metod spawania w aspekcie zastosowanego źródła ciepła. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złączy spawanego. • Rodzaje spoin. Elementy rowka ukosowania blach. Pozycje spawania. Spawalność stali. Pęknięcie spoin. Pęknięcia na zimno. Pęknięcia na gorąco. Pęknięcia lamelarne. Niezgodności połączeń spajanych. Naprężenia i odkształcenia spawalnicze. • Spawanie gazowe: materiały i oprzyrządowanie, płomień acetylenowo-tlenowy, spoiwa, techniki spawania. • Cięcie metali. Spawanie elektryczne: łuk elektryczny i jego bilans. Ugięcie i elastyczność łuku elektrycznego. Podział elektrod. Budowa elektrody otulonej. Rodzaje ściągów spawalniczych. Pozycja spawania elektrodą otuloną (schematy). • Spawanie stali węglowych, stopowych, żeliwa stopów miedzi, stopów aluminium. • Spawanie w atmosferze gazów ochronnych - ogólna charakterystyka. Spawanie metodą GTAW (TIG): parametry technologiczne, elektroda nietopliwa, energia liniowa, gazy ochronne. • Spawanie metodą MIG/MAG: materiały do spawania, parametry technologiczne, rodzaj przenoszenia metalu w łuku elektrycznym, zalecenia do spawania stali, stopów niklu, stopów miedzi. Spawanie aluminotermiczne. • Spawanie łukiem krytym. Spawanie elektrodożółwe. Spawanie plazmowe. • Spawanie laserowe. Spawanie wiązką elektronów. Napawanie. Obróbka cieplna złączy spawanych. • Zgrzewanie: elektryczne, gazowe, punktowe liniowe garbowe. Lutowanie. Lutowanie: miękkie, twarde. • Spawanie w technologii VR. • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG. • Spawanie metodą MIG/MAG. • Badania geometrii złączy spawanych. • Badanie zawartości wodoru dyfundującego w złączach spawanych. • Zgrzewanie. • Badanie wizualne złączy spawanych. • Badania penetracyjne złączy spawanych.

Konstrukcja samolotów

K\_W04, K\_W09, K\_U06, K\_K02

• Pojęcia podstawowe. Źródła i podział obciążeń. Współczynnik obciążenia w manewrach sterowanych i niesterowanych. Obciążenia od burzliwej atmosfery. • Obciążenia dopuszczalne i niszczące. Współczynnik bezpieczeństwa w lotnictwie. Normowanie

obciążeń. Przepisy budowy statków powietrznych. Klasy osiągowie i ciężarowe. • 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 sił wewnętrznych. Wpływ agregatów. • Obciążenia od zespołów napędowych. Obciążenia w trakcie lądowania. • Podstawowe rodzaje ustrojów nośnych stosowanych w lotnictwie. Wpływ materiału konstrukcyjnego. • Elementy struktury płatowca i ich związek z działającymi obciążeniami. • Wybrane przykłady rozwiązań konstrukcyjnych w lotnictwie.

Konstrukcja silników lotniczych

K\_W04, K\_W09, K\_K02

• Podział silników lotniczych, napędy pośredni i bezpośredni. Powstawanie ciągu w silniku turbinowym. Silniki odrzutowe i śmigłowe i śmigłowcowe. • Schematy konstrukcyjne silników. Podział na silniki jedno i dwuprzepływowe. Podział na silniki jedno i wielowirnikowe. Zasady podpierania zespołów wirnikowych. Dobór liczby i miejsca położenia podpór w strukturze silnika. Łożyska wirników silników turbinowych. Zasady budowy podpór silników. Wyrównoważenie wirników. • Zadania wlotu powietrza do silnika. Rodzaje wlotów. Rola wlotu w schemacie konstrukcyjnym silnika. • Zasada działania sprężarki. Podział sprężarek lotniczych. Zespoły konstrukcyjne sprężarek. Łopatki, tarcze, bębny, zamki łopatek. Materiały do budowy sprężarek. Wentylatory silników dwuprzepływowych • Komora spalania - zasada działania, proces spalania, organizacja procesu spalania. Elementy konstrukcyjne komory spalania. Rodzaje komór spalania. Ekologiczne aspekty spalania w komorach silników turbinowych. Paliwa lotnicze - właściwości. • Turbiny silników przepływowych. Zasada działania i rola turbiny w układzie energetycznym silnika. Warunki pracy turbiny. Turbiny jedno- i wielostopniowe. Chłodzenie turbin, potrzeba stosowania, systemy chłodzenia, efektywność chłodzenia łopatek. Elementy składowe turbin. Łopatki i zamki łopatek, tarcze turbin, czopy i wały turbin. Materiały na elementy turbin • Dysze wylotowe silników -zasada działania. Dysze pod- i naddźwiękowe. Elementy konstrukcji dysz wylotowych. Dopalacze - potrzeba stosowania, zasada działania, ograniczenia konstrukcyjne i eksploatacyjne. Rewersory ciągu • Instalacje silnikowe. Instalacja olejowa, paliwowa. Instalacja odladzająca, przeciwpożarowa. Sposoby minimalizowania efektów zderzeń z ciałami obcymi. • Przekładnie silników turbinowych. Potrzeba stosowania, schematy konstrukcyjne przekładni. • Perspektywy i kierunki rozwoju silników lotniczych.

Konstrukcyjne materiały polimerowe

K\_W05, K\_U03

• Podstawowe wiadomości o polimerach. Struktura polimerów i metody jej wyznaczania. Stopień krystaliczności polimerów - metody wyznaczania. Przetwórstwo tworzyw sztucznych • Przegląd polimerów konstrukcyjnych. Wybrane właściwości polimerów i metody ich wyznaczania. Charakterystyka przejścia szklistego

Korozja materiałów

K\_W08, K\_U03, K\_U06, K\_U10, K\_U12

• Charakterystyka procesu korozji wysokotemperaturowej, podstawy teorii korozji gazowej w aspekcie termodynamiki i kinetyki procesu, modele teoretyczne procesu korozji wysokotemperaturowej. • Korozja gazowa czystych pierwiastków metalicznych i ich stopów dwu- i trzyskładnikowych w atmosferach prostych i złożonych, rodzaje uformowanych zgorzelin tlenkowych, optymalizacja składu chemicznego stopów dla zwiększenia ich żaroodporności. • Elektrochemiczne podstawy procesów korozji – termodynamika i kinetyka reakcji zachodzących w ogniwach korozyjnych. • Mechanizmy korozji elektrochemicznej metali, rodzaje zniszczeń korozyjnych. • Procesy korozji elektrochemicznej wybranych metali i ich stopów. • Najważniejsze metody ochrony przed

korozją elektrochemiczną.	
Krystalizacja materiałów inżynierskich	K_W05, K_W06, K_U01, K_U02, K_U03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wybrane zagadnienia z podstaw krystalizacji inżynierskich materiałów metalicznych. Pojęcia podstawowe: krystalizacja, stopień przechłodzenia, sposoby krystalizacji.</li> <li>• Przepływ ciepła pomiędzy odlewem i otoczeniem formy, kształtowanie makrostruktury odlewów.</li> <li>• Zarodkowanie i wzrost kryształów, mikrosegregacja składników.</li> <li>• Kształtowanie frontów krystalizacji, krystalizacja komórkowa i dendrytyczna, kinetyka krystalizacji.</li> <li>• Odlewnicze formy ceramiczne i wytwarzanie odlewów z nadstopów.</li> <li>• Proces krystalizacja kierunkowej i monokrystalizacja ze szczególnym uwzględnieniem odlewów precyzyjnych z nadstopów niklu.</li> <li>• Przyczyny tworzenia i rodzaje wad odlewniczych podczas krystalizacji odlewów precyzyjnych.</li> </ul>	
Krystalografia	K_W05, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historia i definicja krystalografii, kryształu, model atomu, rodzaje wiązań między atomami. Definicja polikryształu i monokryształu, stan amorficzny, stan stały, uporządkowanie bliskiego i dalekiego zasięgu atomów.</li> <li>• Idealna struktura krystaliczna metali i stopów, sieć przestrzenna, układy krystalograficzne, komórka elementarna, parametry komórki elementarnej. Zjawiska alotropii, polimorfizmu i anizotropia właściwości kryształu.</li> <li>• Wskaźnikowanie węzłów, kierunków i płaszczyzn krystalograficznych. Przestrzeń międzywęzłowa. Sekwencje rozmieszczenia atomów w kryształach.</li> <li>• Prawo Vegarda, wyznaczanie objętości i gęstości teoretyczna komórki elementarnej, wyznaczanie odległości międzypłaszczyznowych. Zastosowanie iloczynu wektorowego. Elementy i zastosowanie rzutu stereograficznego, wyznaczanie przestrzeni odwrotnej. Opis postaci kryształów.</li> <li>• Rzeczywista struktura krystaliczna metali i stopów. Defekty punktowe, liniowe i powierzchniowe. Defekty budowy monokryształów.</li> </ul>	
Kształtowanie plastyczne materiałów metalicznych	K_W06, K_U04, K_U06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechaniczne zachowanie materiałów metalicznych w różnych warunkach obciążenia. Pojęcia stanu odkształceń sprężystych, plastycznych oraz prowadzących do zniszczenia. Prawa obowiązujące w zakresie sprężystym i plastycznym - zależności pomiędzy stanami naprężenia i odkształcenia. Warunki plastyczności, odkształcenie plastyczne, współczynniki / miary odkształcenia, praca odkształcenia. Ocena możliwości odkształcalności różnych materiałów metalicznych w testach materiałowych. Mechaniczne i strukturalne czynniki wpływające na poziom naprężenia uplastyczniającego. Fizyczne podstawy odkształcenia plastycznego.</li> <li>• Charakterystyka podstawowych procesów przeróbki plastycznej metali Metody kształtowania brył: walcowanie, kucie swobodne i matrycowe, prasowanie, wyciskanie, ciągnięcie. Podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, analiza wpływu charakterystycznych parametrów procesów na cechy finalne wyrobów, przykłady wyrobów. Przedstawienie szczególnych przykładów technologii i wyrobów produkowanych w przemyśle lotniczym.</li> <li>• Metody kształtowania blach : wyłaczanie, cięcie i wykrawanie, gięcie, wyoblanie, kształtowanie przyrostowe (incremental sheet forming), zginięcie obrotowe – podstawowe elementy teorii, charakterystyka procesów, przykłady wyrobów oraz ich właściwości. Przykłady aplikacji lotniczych.</li> <li>• Tarcie i smarowanie w różnych procesach przeróbki plastycznej. Wpływ zjawiska tarcia na cechy finalne wyrobu oraz parametry siłowe procesu. Prezentacja przykładów technologicznych.</li> <li>• Niekonwencjonalne procesy odkształcenia plastycznego : np. wyciskanie metodą KOB0, wyoblanie, zginięcie obrotowe, kształtowanie elastycznym stemplem, kształtowanie ciśnieniem cieczy, kształtowanie z dużymi prędkościami - formowanie elektromagnetyczne. Przykłady i charakterystyka wyrobów ze szczególnym</li> </ul>	

uwzględnieniem aplikacji lotniczych. • Niekonwencjonalne procesy łączenia blach z udziałem odkształcenia plastycznego : Zgrzewanie tarciove z przemieszaniem ( liniowe, punktowe ), klinczowanie , połączenia hybrydowe i inne. Charakterystyka procesów, ocena wpływu parametrów procesu na efekt połączenia na podstawie analizy właściwości mechanicznych i identyfikowanych cech struktury wewnętrznej złącza. Prezentacja przykładów zastosowań materiałów i tych technologii w lotnictwie.

Matematyka 1

K\_W01, K\_U01

• Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. • Macierze i wyznaczniki: działania na macierzach, obliczanie wyznaczników macierzy, obliczanie rzędów macierzy. Układy równań liniowych: wzory Cramera, twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Funkcje liczbowe: dziedzina, zbiór wartości funkcji, wykres funkcji. Funkcje cyklometryczne. Ciągi liczbowe: monotoniczność, ograniczoność, granica ciągu - definicje, własności, przykłady obliczania granic ciągów. • Granica i ciągłość funkcji jednej zmiennej: definicja granicy funkcji, własności granic, granice jednostronne, pojęcie ciągłości funkcji, własności i przykłady funkcji ciągłych. Asymptoty funkcji. • Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej: definicja, własności i przykłady obliczania pochodnych, zastosowanie pochodnych do badania monotoniczności i ekstremów lokalnych funkcji. Wypukłość, wklęsłość, punkty przegięcia wykresu funkcji.

Matematyka 2

K\_W01, K\_U01

• Całka nieoznaczona - całkowanie wybranych klas funkcji. Całka oznaczona i jej własności. Zastosowania geometryczne całki oznaczonej. • Geometria analityczna w przestrzeni. Działania na wektorach w przestrzeni. Równanie prostej i płaszczyzny w przestrzeni. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe pierwszego i drugiego rzędu. Ekstrema lokalne. • Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych. Całka podwójna i jej zastosowania. • Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego i drugiego (wybrane typy równań).

Materiały ceramiczne

K\_W05, K\_W06, K\_U03, K\_U06

• Charakterystyka wiązań chemicznych oraz struktur krystalicznych materiałów ceramicznych, wpływ budowy materiałów ceramicznych na ich właściwości fizyczne i mechaniczne, klasyfikacja ceramiki tlenkowej (m.in.  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $MgO$ ) oraz nietlenkowej ( $SiC$ ,  $Si_3N_4$ ,  $BN$ ), omówienie zależności między mikrostrukturą i właściwościami ceramiki funkcjonalnej (piezoelektrycznej, ferroelektrycznej, magnetycznej), bioceramiki oraz materiałów specjalnych, metody zwiększania odporności materiałów ceramicznych na pękanie, podstawy technologii wytwarzania ceramiki (formowanie, spiekanie). • Przygotowanie próbek materiałów ceramicznych i badania ich mikrostruktury z wykorzystaniem mikroskopii optycznej oraz skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), interpretacja wyników analizy składu fazowego metodą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), określanie właściwości mechanicznych (twardość, wytrzymałość na zginanie, odporność na kruche pękanie).

Materiały kompozytowe

K\_W05, K\_W06, K\_U03, K\_U06

• Materiały kompozytowe – ogólna charakterystyka, klasyfikacja, budowa i właściwości materiałów stosowanych na osnowę i wzmocnienie kompozytów – materiały metaliczne, ceramiczne i polimerowe. • Metody badań właściwości fizycznych i mechanicznych materiałów kompozytowych. • Włókna i wyroby z włókien stosowane do zbrojenia kompozytów – struktura, właściwości, metody wytwarzania. • Kompozyty o osnowie metalicznej, ceramicznej i polimerowej - metody wytwarzania, właściwości, zastosowanie. •

Kompozyty warstwowe – laminaty i materiały przekładkowe z rdzeniem o małej gęstości. • Badanie właściwości fizycznych materiałów kompozytowych. • Badanie właściwości mechanicznych materiałów kompozytowych. • Metodyka wytworzenia laminatu kompozytowego o osnowie polimerowej. Ręczna metoda wytwarzania laminatu.	
Materiały metaliczne	K_W05, K_W06, K_U03, K_U06
<p>• Znaczenie metali w rozwoju techniki ze szczególnym uwzględnieniem ich roli w konstrukcjach inżynierskich i lotniczych. Struktura krystaliczna metali, typowe sieci krystaliczne oraz ich wpływ na właściwości fizyczne i mechaniczne. Podstawy układów równowagi fazowej oraz interpretacja wykresów fazowych w analizie przemian strukturalnych. Układ Fe–Fe<sub>3</sub>C jako modelowy przykład opisu przemian w stopach żelaza z węglem. Charakterystyka składników fazowych i mikrostrukturalnych stali oraz ich identyfikacja. Zależność między mikrostrukturą a właściwościami mechanicznymi materiałów metalicznych. • Podstawy przemian fazowych w materiałach metalicznych oraz interpretacja wykresów równowagi fazowej. Analiza układu Fe–Fe<sub>3</sub>C jako modelu przemian w stalach. Kinetyka przemian w stanie stałym na podstawie wykresów CTP. Podstawy obróbki cieplnej stali oraz stopów Al, Ti i Ni. Wpływ temperatury, czasu i szybkości chłodzenia na mikrostrukturę i właściwości materiałów. • Charakterystyka stali konstrukcyjnych i wysokowytrzymałych oraz stali nierdzewnych i żaroodpornych stosowanych w technice, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań lotniczych. Omówienie mechanizmów zmęczenia i pełzania oraz czynników wpływających na trwałość elementów pracujących w warunkach obciążeń zmiennych i podwyższonych temperatur. Analiza wymagań eksploatacyjnych stawianych materiałom w konstrukcjach lotniczych. • Charakterystyka metali nieżelaznych oraz ich znaczenie w technice. Miedź i jej stopy – właściwości i badania mikrostruktury. Aluminium i jego stopy – podział, zastosowanie oraz podstawowe procesy obróbki cieplnej. Stopy niklu, tytanu, magnezu, cyny, cynku i ołowiu. Badania mikrostruktury stopów aluminium (odlewniczych i do przeróbki plastycznej), niklu i tytanu. • Stopy specjalne, w tym stopy metali wysokotopliwych i metali szlachetnych. Zależność mikrostruktura–właściwości–zastosowanie w materiałach metalicznych. Analiza porównawcza właściwości stopów żelaza i metali nieżelaznych. Podsumowanie zagadnień oraz weryfikacja efektów kształcenia.</p>	
Mechanika ogólna	K_W03, K_U01
<p>• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. Aksjomaty statyki. Zbieżny układ sił. Dowolny układ sił. • Zbieżny układ sił, moment sił, para sił, płaski dowolny układ sił, tarcie • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Dynamika punktu i układu punktów materialnych • Dynamika bryły, energia kinetyczna, praca wykonana przez układ sił • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego i przestrzennego układu sił. Dowolny układ sił. • Kinematyka punktu • Kinematyka ruchu bryły. • Dynamika punktu i układu punktów materialnych • Opis równań dynamiki bryły, energia kinetyczna, praca wykonana przez układ sił</p>	
Metody analizy składu chemicznego materiałów	K_W07, K_U03
<p>• Wiadomości ogólne na temat metod spektroskopowych analizy składu chemicznego, rola i podział spektroskopii, zastosowanie ogólne metod spektroskopowych. • Metody analizy składu chemicznego oparte na widmach atomowych: podstawy, rodzaje widm, metody emisyjne. • Metody analizy składu chemicznego oparte na widmach molekularnych:</p>	

podstawy, rodzaje widm, metody spektrofotometryczne. • Metody analizy składu chemicznego oparte na widmach promieniowania rentgenowskiego: podstawy, metody analizy składu chemicznego z wykorzystaniem promieni rentgenowskich, mikroanaliza rentgenowska. • Metody analizy składu chemicznego oparte na widmach rezonansu magnetycznego: podstawy, metody analizy składu chemicznego z wykorzystaniem rezonansu magnetycznego, spektroskopia NMR.

Metodyka studiowania

K\_W12, K\_K01

• Wprowadzenie do studiowania na uczelni technicznej. Organizacja procesu studiowania oraz metody efektywnego uczenia się i planowania pracy własnej studenta. • Źródła informacji naukowej i technicznej. Zasady wyszukiwania, selekcji i krytycznej analizy literatury naukowej oraz przygotowywania opracowań i prezentacji o charakterze akademickim. • Etyczne, społeczne i prawne aspekty działalności zawodowej inżyniera, w tym zasady rzetelności naukowej i poszanowania własności intelektualnej.

Nauka o materiałach 1

K\_W05, K\_W06, K\_W07, K\_U02

• Stany skupienia materii (budowa materii, wiązania chemiczne). • Idealna struktura ciał stałych (uporządkowanie, sieci Bravais'go, symetria w kryształach) • Budowa fazowa ciał stałych (fazy metaliczne, jonowe, kowalencyjne, molekularne, amorficzne) • Rzeczywista struktura krystaliczna (defekty punktowe, liniowe i powierzchniowe) • Reakcja ciał stałych na obciążenia mechaniczne (obciążenia, naprężenia, odkształcenia). • Odkształcenie plastyczne na zimno, odkształcenie na gorąco, zgmiot i rekrytalizacja statyczna i dynamiczna materiałów metalicznych. • Wprowadzenie do krytalizacji metali i stopów

Nauka o materiałach 2

K\_W05, K\_W06, K\_U02, K\_U03

• Budowa fazowa stopów metali. • Budowa i interpretacja wykresów równowagi fazowej, omówienie wykresów dwuskładnikowych o największym znaczeniu praktycznym. • Dyfuzja w fazie stałej. • Podstawy teoretyczne przemian fazowych w stanie stałym, omówienie przemian o największym znaczeniu praktycznym występujących w stopach metali.

Obliczenia inżynierskie i statystyczne

K\_W01, K\_U01

• Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. • Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. • Interpolacja funkcji. Pojęcia podstawowe. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych. • Podstawy statystycznej analizy danych - główne pojęcia i charakterystyki. Wprowadzenie do analizy regresji. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. • Obliczanie pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. Metoda połowienia kroku. Metoda siecznych. Metoda stycznych Newtona-Raphsona. • Obliczanie całki oznaczonej. Metoda prostokątów. Metoda trapezów. Metoda Simpsona. • Metody numerycznego rozwiązywania zagadnień początkowych z równaniami różniczkowymi zwyczajnymi 1. rzędu. • Tworzenie i testowanie programów odczytu i zapisu oraz wstępnego przetwarzania danych zawartych w macierzach liczbowych. Użycie podstawowych struktur danych i najważniejszych instrukcji programowania stosowanych w metodach obliczeń numerycznych zagadnień inżynierskich. • Tworzenie programów przetwarzania danych pomiarowych. Prezentacja wyników obliczeń w formie wykresów. • Utworzenie programu i wykonanie obliczeń dotyczących interpolacji danych pomiarowych z użyciem wybranych metod. • Utworzenie programu i wykonanie obliczeń głównych parametrów dotyczących statystycznej analizy

danych. • Utworzenie programu i wykonanie obliczeń dotyczących regresji modelu liniowego. • Utworzenie programu i wykonanie obliczeń dotyczących regresji modelu potęgowego.	
Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna	K_W06, K_U04
• Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej – przemiany fazowe, hartowanie, odpuszczanie, przesycanie, starzenie • Obróbka cieplna wybranych stopów żelaza (stałe konstrukcyjne, narzędziowe) • Obróbka cieplna wybranych stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplno-chemiczna stali	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11
• 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.	
Odlewnictwo	K_W06, K_U04, K_U06
• Wiadomości wstępne. Podział procesów odlewniczych. Odlewnicza linia technologiczna. Ocena możliwości wykonania odlewu oraz warunki techniczne wykonania i odbioru odlewu. Układ wlewowy. nadlewy i ochładzalniki. • Podstawowe wiadomości z modelarstwa. Rodzaje modeli stosowanych w odlewnictwie. Zasady konstruowania modeli. materiały formierskie. Podział mas formierskich. Przygotowanie masy formierskiej. Technika formowania. • Formowanie maszynowe. Podział formierek Automatyczna linia formowania skrzynkowego i bezskrzynkowego. Technologia wytwarzania rdzeń. • Zalewanie form. Rodzaje kadzi odlewniczych. Komputerowa symulacja procesu zalewania formy i krzepnięcia odlewu. Wybijanie odlewów z form. Oczyszczanie i wykańczanie odlewów. • Piece odlewnicze. Żeliwiak. Piece indukcyjne próżniowe stosowane do wytwarzania odlewów dla przemysłu lotniczego. • Krzepnięcie odlewów. Front krystalizacji. Zarodkowanie homo- i heterogeniczne. Jama skurczowa. Naprężenia odlewnicze. Pęknięcia odlewów. • Specjalne metody odlewania-podział. Odlewanie kokilowe. • Odlewanie precyzyjne części lotniczych. Metoda wypalanych modeli. Metoda Shaw'a. • Odlewanie do form skorupowych. Odlewanie ciśnieniowe. Odlewanie odśrodkowe. Odlewanie ciągłe. • Kontrola jakości odlewów. Metody naprawy odlewów. • Zapoznanie z oprzyrządowaniem odlewniczym. Przedstawienie zasad projektowania form odlewniczych oraz budowę układu wlewowego (omodelowanie). Wykonanie rysunku formy odlewniczej. • Wykonanie formy piaskowej z modelu naturalnego. • Wykonanie formy piaskowej z modelu odlewniczego - forma z rdzeniem. • Metoda wytapianych modeli (odlewanie precyzyjne) - wykonanie odlewu. • Odlewanie do form metalowych (kokilowe).	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03, K_U03
• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy,rodzaje. Strzałkowanie 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 wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności. • Podstawy fizyczne materiałów półprzewodnikowych. Bezzłączowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Inwertery BJT i CMOS oraz podstawowe technologie układów scalonych. . • Wzmacniacze i generatory. Filtry cyfrowe. • Algebra Boole'a, bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. Kod Graya, mapa Karnaugh, minimalizacja układów. Wybrane funkcjonalne układy kombinacyjne i sekwencyjne. • Elektroniczne przyrządy i układy pomiarowe. Prostowniki falowniki, przemienniki częstotliwości i ich zastosowanie w układach napędowych. Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej.

Podstawy inżynierii powierzchni

K\_W05, K\_W06, K\_W08, K\_U04

• Definicja warstwy wierzchniej i powłoki. Budowa warstwy powierzchniowej i jej modele. Parametry geometryczne, geometryczno-fizykochemiczne i fizykochemiczne warstwy wierzchniej. Właściwości eksploatacyjne warstw powierzchniowych – wytrzymałościowe, tribologiczne, antykorozyjne i dekoracyjne. • Charakterystyka metod wytwarzania warstw powierzchniowych: mechaniczne, cieplno-mechaniczna, cieplne, cieplno-chemiczne, elektrochemiczne i chemiczne oraz fizyczne. • Zjawiska degradacji warstw powierzchniowych w warunkach eksploatacji. Mechanizm korozji elektrochemicznej i gazowej. Zużycie w procesach trybologicznych. • Powłoki elektrolityczne. Opis procesu elektrolizy. Charakterystyka sposobu wytwarzania powłok cynkowych, chromowych i niklowych. Zastosowanie powłok elektrolitycznych. Powłoki wielowarstwowe. Powłoki konwersyjne. Charakterystyka metod wytwarzania powłok konwersyjnych. Powłoki tlenkowe na stali, powłoki anodowe na podłożu stopów aluminium. • Powłoki natryskiwane. Przebieg procesu natryskiwania plazmowego. Budowa powłok natryskiwanych, ich właściwości i zastosowanie. • Techniki laserowe stosowane do wytwarzania warstw powierzchniowych. Fizyczne podstawy działania lasera, rodzaje laserów stosowane w inżynierii powierzchni. Oddziaływanie wiązki laserowej na materiał warstwy wierzchniej. • Technologia chemicznego osadzania warstw(CVD). Zjawiska fizykochemiczne towarzyszące procesom wywarzania warstw. Metody CVD stosowane w inżynierii powierzchni. Właściwości i zastosowanie warstw wytworzonych w procesach CVD. • Techniki osadzania próżniowego metodami fizycznymi (PVD). Fizyczne podstawy procesu PVD. Podział metod PVD stosowanych w inżynierii powierzchni. Budowa i właściwości warstw wytworzonych metodami PVD. Charakterystyka warstw TBC.

Podstawy nauki o materiałach

K\_W02, K\_W05, K\_W06

• Rola materiałów w rozwoju cywilizacji • Klasyfikacja materiałów inżynierskich • Struktura i właściwości materiałów inżynierskich. • Zastosowania i tendencje rozwojowe poszczególnych grup materiałów inżynierskich. • Wytwarzanie materiałów inżynierskich.

Podstawy przedsiębiorczości

K\_W11

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie. Istota przedsiębiorczości. • Podstawy zarządzania przedsiębiorstwem. • Otoczenie przedsiębiorstwa. • Strategie konkurencyjne. • Biznesplan. • Podstawy analizy finansowej, pozyskiwanie środków na rozpoczęcie działalności gospodarczej. • Podstawy marketingu.</li> </ul>	
Praca dyplomowa	K_U05, K_U07, K_U09, K_U10, K_U12, K_U13, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymagania formalne i zasady opracowania pracy dyplomowej. • Plan pracy, analiza literatury, opracowanie i prowadzenie prac badawczych i analiza wyników. Sformułowanie wniosków. • Redagowanie pracy dyplomowej, przygotowanie do obrony.</li> </ul>	
Praktyka zawodowa	K_W10, K_U10, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie studenta z zagadnieniami praktycznymi zgodnie z profilem działalności przedsiębiorstwa, w tym z realizowanymi procesami produkcyjnymi, ich organizacją, stosowanymi maszynami i urządzeniami i związaną z tym specyfiką zapewniania jakości wyrobów, także zasadami bezpieczeństwa pracy. • Realizacja zadań przydzielonych w ramach praktyki.</li> </ul>	
Projektowanie inżynierskie	K_W03, K_U02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementy teorii projektowania inżynierskiego. • Podstawy modelowania 3D, wykorzystanie odpowiednich narzędzi i generatorów. • Podstawy druku 3D, zapoznanie z procesami, technologiami i oprogramowaniem. • Podstawy modelowania 3D CAD wykorzystanie odpowiednich narzędzi i generatorów. • Podstawy druku 3D, przygotowanie procesu, urządzenia przyrostowego, wydruk modelu w wybranej technologii przyrostowej, postprocessing. • Weryfikacja założeń projektowych w próbie zginania na maszynie wytrzymałościowej wydrukowanych w 3D modeli</li> </ul>	
Rentgenografia strukturalna i metody analizy składu fazowego	K_W05, K_W07, K_U03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otrzymywanie i właściwości promieni rentgenowskich, aparatura rentgenowska, budowa lamp rentgenowskich, widmo promieniowania rentgenowskiego, promieniowanie synchrotronowe, widmo charakterystyczne pierwiastków, oddziaływanie promieni rentgenowskich z materią. Zapoznanie się z budową i działaniem detektorów rentgenowskich. Bezpieczeństwo i higiena pracy przy aparaturze wykorzystującej promieniowanie rentgenowskie. • Równania Lauego, równanie Braggów, równanie Ewalda. Dyfrakcja rentgenowska polikryształów i czynniki fizyczne które na nią wpływają. Monochromatyzacja promieniowania rentgenowskiego i zasada stosowania filtrów. Efektywna głębokość wnikania promieni rentgenowskich w materiał. • Preparatyka przygotowania próbek do badań dyfrakcji rentgenowskiej. Zasada działania dyfraktometrów rentgenowskich i wykonywania dyfraktogramów. Rentgenowska analiza jakościowa składu fazowego i sposób jej wykonania. Rentgenowska analiza ilościowa składu fazowego i sposób jej wykonania. Zasada pomiaru stałej sieciowej. Analiza profilu linii dyfrakcyjnej. • Metody dyfrakcji rentgenowskiej do pomiaru naprężeń własnych materiałów. Metody dyfrakcji rentgenowskiej w analizie doskonałości struktury monokryształów. Tekstura krystalograficzna.</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12, K_U13, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej inżynierskiej. Struktura pracy, podział treści na rozdziały i podrozdziały, formułowanie celu, zakresu oraz problemu inżynierskiego w obszarze nowoczesnych materiałów lotniczych. Zasady opracowania części teoretycznej i praktycznej pracy, analiza i krytyczna ocena literatury naukowo-technicznej oraz poprawne</li> </ul>	

cytowanie źródeł zgodnie z zasadami rzetelności naukowej. • Planowanie badań eksperymentalnych lub prac projektowych. Opracowanie i interpretacja wyników badań, analiza danych, formułowanie wniosków. Prezentacja części teoretycznej i praktycznej pracy wraz z dyskusją nad poprawnością przyjętych rozwiązań. • Zasady przygotowania prezentacji multimedialnej. Sposoby czytelnego i atrakcyjnego przedstawiania wyników badań w formie rysunków, tabel i wykresów. Przygotowanie do publicznej prezentacji pracy oraz prowadzenia merytorycznej dyskusji z zachowaniem zasad etyki akademickiej. Zasady komunikacji i autoprezentacji.

Technologie informacyjne

K\_W01, K\_U01

• Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Zaawansowana edycja tekstów w edytorze: dokumenty i pliki, paski narzędzi, operacje blokowe, rysunki, tabele. Praca z dużymi dokumentami, struktura podziału treści, style, indeksy, spisy. Korespondencja seryjna. • Wprowadzenie do arkusza kalkulacyjnego. Wyrażenia i funkcje matematyczne, daty i czasu. Zakresy komórek, kreator funkcji. • Arkusz kalkulacyjny, cd.: adresowanie komórek, typy adresów, ciągi liczbowe, automatyzacja pracy. Wyznaczanie wartości funkcji w przedziale określoności, wykresy funkcji, prezentacja danych stabelaryzowanych. • Arkusz kalkulacyjny - funkcje logiczne, złożone wyrażenia warunkowe. Zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy pośrednie, filtrowanie danych, graficzna prezentacja danych – wykresy, formuły tablicowe. • Optymalizacja linowa z ograniczeniami - moduł Solver. • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Pisanie prostych programów skryptowych. • MatLab: równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Elementy programowania.

Technologie warstw i powłok w przemyśle lotniczym

K\_W06, K\_W08, K\_U02, K\_U04, K\_U10, K\_U12

• Klasyfikacji warstw i powłok ochronnych. Mechanizmy ich tworzenia w kontekście procesów technologicznych. Analiza zależności: proces – mikrostruktura – właściwości – trwałość eksploatacyjna jako podstawa projektowania technologii. • Technologie dyfuzyjne (m.in. aluminiowanie, azotowanie jarzeniowe) i konwersyjne (chemiczne i elektrochemiczne) modyfikacji powierzchni materiałów metalicznych stosowanych w technice lotniczej. • Technologie osadzania powłok ochronnych i funkcjonalnych (m.in. PVD, CVD, natryskiwanie cieplne, napawanie, galwanotechnika). Powłokowe bariery cieplne, powłoki węglkowe i powłoki antykorozyjne w lotnictwie. • Trwałość eksploatacyjna i rozwój technologii warstw i powłok w lotnictwie. Mechanizmy degradacji warstw i powłok w warunkach eksploatacyjnych. Wpływ parametrów technologicznych na trwałość. Aktualne kierunki rozwoju technologii warstw i powłok w przemyśle lotniczym.

Wybrane elementy programowania

K\_W01, K\_U01

• Wprowadzenie do programowania i algorytmiki. Ogólna charakterystyka środowiska programistycznego. Zasady i metody poprawnego definiowania, zapisywania i wykonywania prostych algorytmów iteracyjnych oraz rozwiązywania problemów z czytelnością kodu i stosowania konwencji notacyjnych w wybranym języku programowania. • Podstawy programowania z wykorzystaniem różnych metod zapisu algorytmów. Ogólne zasady tworzenia programów oraz kluczowe elementy wybranych języków programowania. Typy danych, stałe i zmienne oraz zasady ich nazewnictwa. Metody deklaracji zmiennych tablicowych oraz tablic jedno- i wielowymiarowych. Sposoby zapisu instrukcji przypisania, instrukcji warunkowych, pętli i instrukcji wyboru oraz metody konstruowania wyrażeń

logicznych. Metody sortowania danych z wykorzystaniem prostych programów w wybranym środowisku programistycznym. • Implementacja algorytmów w wybranym języku programowania oraz weryfikacja otrzymanych wyników poprzez porównanie z rezultatami uzyskanymi w innym środowisku obliczeniowym. Wybrane przykłady programów realizujących proste operacje z zakresu analizy matematycznej. Wizualizacja wyników oraz metody przetwarzania danych wyjściowych w wybranym środowisku programistycznym.

Wychowanie fizyczne 1

K\_U12, K\_K02

• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach. 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\_U12, K\_K02

• 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\_W05, K\_W06, K\_W07, K\_W08

• Aktualne trendy rozwoju materiałów lotniczych. Rozwój nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych i funkcjonalnych w lotnictwie. Wymagania stawiane materiałom w warunkach eksploatacji lotniczej (masa, wytrzymałość, trwałość zmęczeniowa, odporność na wysoką temperaturę). Kierunki rozwoju lekkich stopów metali, kompozytów i materiałów hybrydowych. • Zaawansowane materiały metaliczne i kompozytowe. Nadstopy niklu w silnikach lotniczych, stopy tytanu i aluminium w konstrukcjach płatowców, kompozyty włókniste i struktury warstwowe. Zależność mikrostruktura-właściwości-technologia w kontekście zastosowań lotniczych. • Nowoczesne technologie wytwarzania i modyfikacji materiałów. Technologie addytywne (druk 3D metali), obróbki powierzchniowe i powłoki ochronne (np. powłoki barier cieplnych), technologie kształtowania mikrostruktury. Wpływ parametrów procesu na strukturę i właściwości materiałów. • Problemy badawcze i wdrożeniowe w przemyśle lotniczym. Analiza wybranych studiów przypadków z przemysłu lotniczego. Bariery technologiczne i materiałowe w projektowaniu elementów konstrukcyjnych i silnikowych. Integracja badań naukowych z potrzebami przemysłu.

Analiza ograniczeń materiałowych i technologicznych oraz ich wpływu na trwałość i bezpieczeństwo konstrukcji.	
Wytrzymałość materiałów	K_W03, K_U01, K_U02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych.</li> <li>• Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Twierdzenie Steinera.</li> <li>• Rozciąganie i ściskanie - analiza naprężeń i odkształceń. Naprężenia dopuszczalne. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy.</li> <li>• Skręcanie prętów o przekroju kołowym- analiza naprężeń i odkształceń. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych.</li> <li>• Zginanie - analiza naprężeń i odkształceń. Związek pomiędzy momentem gnącym i siłą tnącą. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Warunek wytrzymałościowy.</li> </ul>	
Zarys techniki lotniczej	K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etapy projektowania :projekt ofertowy, wstępny i techniczny</li> <li>• Wprowadzenie do aerodynamiki samolotu, biegunowa profilu i samolotu</li> <li>• Metody obliczeń podstawowych osiągow w locie statku powietrznego</li> <li>• Metody szacowania masy startowej</li> <li>• Wpływ obciążenia powierzchni nośnych i obciążenie ciągu na osiągi statku powietrznego</li> <li>• Obciążenia statków powietrznych</li> <li>• Konstrukcja statków powietrznych, podstawy budowy statków powietrznych - wykorzystywane materiały, technologia. Badania konstrukcji lotniczych.</li> </ul>	
Zarządzanie jakością w badaniach i produkcji lotniczej	K_W10, K_U05, K_U09, K_U11, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do zarządzania jakością w badaniach i produkcji lotniczej.</li> <li>• Specyfika jakości w lotnictwie. Systemy AS 9100 i ISO 9001.</li> <li>• Pierwsza Sztuka Wyrobu (FAI) według AS 9102. Proces zatwierdzania nowego procesu produkcyjnego. APQP &amp; PPAP w lotnictwie (AS 9145): Zaawansowane planowanie jakości wyrobu i proces zatwierdzania części do produkcji.</li> <li>• Audyty wewnętrzne i zewnętrzne. Zarządzanie niezgodnościami: Procesy naprawcze i zapobiegawcze (CAPA). Analiza przyczyn źródłowych (RCA). Metody 5Why lub diagramu Ishikawy w analizie niezgodności.</li> <li>• Zarządzanie łańcuchem dostaw (SCM). Kwalifikacja dostawców, audyty u podwykonawców, problem części niezatwierdzonych (SUP).</li> <li>• SMS (Safety Management System): Systemowe podejście do zarządzania bezpieczeństwem.</li> <li>• Zarządzanie ryzykiem operacyjnym (ISO 31001) i FMEA.</li> <li>• Podsumowanie i test</li> <li>• Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń</li> <li>• Charakterystyka zadanej organizacji.</li> <li>• Cele i zarządzanie ryzykiem.</li> <li>• Mapa procesów, polityka jakości, program auditów.</li> <li>• Projekt procedury FMEA</li> <li>• Analiza FMEA</li> <li>• Karta procesu: Metodyka 8D.</li> <li>• Metodyka 8D, Diagram Ishikawy i 5 Why w reakcji na reklamacje i błędy produkcyjne.</li> </ul>	
Analiza cieplna	K_W07, K_U03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy analizy cieplnej materiałów oraz przemian fazowych zachodzących w funkcji temperatury. Charakterystyka metod analizy cieplnej, takich jak DTA, DSC, TG i DTG, oraz zasady interpretacji uzyskiwanych krzywych pomiarowych. Zastosowanie technik analizy cieplnej w badaniach właściwości i przemian materiałów. Zajęcia laboratoryjne obejmują obsługę aparatury pomiarowej, wykonywanie badań oraz analizę i interpretację wyników.</li> </ul>	
Budowa i zasada działania maszyn i urządzeń mechanicznych	K_W09, K_W13, K_U02, K_U05, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historia urządzeń mechanicznych.</li> <li>• Połączenia w budowie maszyn.</li> <li>• Osie i wały. Łożyskowanie układów mechanicznych.</li> <li>• Sprzęgła i hamulce.</li> <li>• Układy przeniesienia napędu.</li> <li>• Budowa urządzeń energetycznych.</li> <li>• Wykonanie projektu wybranego urządzenia mechanicznego.</li> <li>• Wykonanie obliczeń wstępnych wybranego urządzenia mechanicznego.</li> </ul>	

Charakterystyka i identyfikacja zużycia wyrobów lotniczych	K_W08, K_U03, K_U06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyka ogólna zjawiska tarcia w częściach maszyn. Charakterystyka ogólna procesów zużycia w częściach maszyn. Czynniki zewnętrzne wpływające na proces zużycia. Wpływ właściwości materiałów inżynierskich na odporność na zużycie.</li> <li>• Metody zapobiegania i ograniczania procesów zużycia części maszyn.</li> <li>• Zużycie części lotniczych. Procesy zużycia występujące we współpracujących częściach znajdujących się w silniku lotniczym i płatowcu.</li> <li>• Analiza zużycia warstwy wierzchniej w warunkach tarcia.</li> <li>• Analiza zużycia warstwy wierzchniej w warunkach erozji w strumieniu cząstek stałych.</li> <li>• Charakterystyka niszczenia wyrobów lotniczych w wysokiej temperaturze z oddziaływaniem naprężeń zewnętrznych.</li> </ul>	
Etyka w biznesie	K_W12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Czym jest etyka biznesu?</li> <li>• Etyka ogólna i etyka biznesu</li> <li>• Racje powstania i uprawiania etyki biznesu</li> <li>• Problemy w uprawianiu etyki biznesu</li> <li>• Podstawowe kategorie etyki biznesu</li> <li>• Rodzaje etyki biznesu i poziomy wdrażania etyki do biznesu</li> <li>• Wartości biznesowe: korporacyjne i etyczne</li> <li>• Swoboda umów jako zasada etyki biznesu, standardy moralne w działalności biznesowej</li> <li>• Odpowiedzialność w biznesie, społeczna odpowiedzialność firm - CSR</li> <li>• Kodeksy i programy etyczne firm</li> <li>• Etyczny wymiar zarządzania zasobami ludzkimi</li> <li>• Etyczna analiza i ocena patologii w działalności biznesowej</li> <li>• Modele decyzyjne w etyce biznesu</li> </ul>	
Historia techniki lotniczej	K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Epoka pierwszych wzlotów balonowych. Pionierzy aerostatów. Początki techniki sterowców. Wykorzystanie wczesnych silników spalinowych do napędu aerostatów. Zastosowanie podstawowych materiałów do budowy statków powietrznych</li> <li>• Rozwój techniki sterowcowej. Sterowce szkieletowe hrabiego Zeppelina - struktura sterowców. Wykorzystanie duraluminium w konstrukcjach sterowców</li> <li>• Właściwości profilu aerodynamicznego, zasada działania skrzydła, podstawowe wielkości aerodynamiczne, lot ślizgowy. Projekty statków powietrznych epoki wczesnopionierskiej. Materiały wykorzystywane w ich budowie.</li> <li>• Pierwsze loty ślizgowe. Szybowce Otto Lilienthalla. Pierwsze loty silnikowe: samoloty braci Wright. Materiały konstrukcyjne ww. konstrukcji.</li> <li>• Zasady silnikowego lotu horyzontalnego. Stateczność statyczna, zapas stateczności. Samoloty epoki pionierskiej. Alberto Santos-Dumont, Henry Farman, Louis Bleriot. Pierwsze przeloty rekordowe. Ewolucja silników lotniczych i ich materiałów.</li> <li>• Zasada działania sterów i lotek. Urządzenia zmieniające właściwości aerodynamiczne skrzydła. Polskie konstrukcje lotnicze ery pionierskiej</li> <li>• Lotnictwo wojskowe I Wojny Światowej. Rozwój konstrukcji lotniczych - pierwsze struktury półskorupowe i skorupowe. Lotnicze silniki spalinowe okresu I WS. Sylwetki lotników. Technologie budowy płatowców wykorzystujące wczesne naturalne metody kształtowania powłok drewnianych.</li> <li>• Rozwój lotnictwa komunikacyjnego okresu międzywojennego. Wielkie przeloty rekordowe. Wyścig Londyn-Melbourne. Zastosowanie sklejki jako naturalnego kompozytu. Wczesne technologie przekładkowe.</li> <li>• Podstawowe zagadnienia wytrzymałości konstrukcji. Rodzaje struktur lotniczych i sposoby przenoszenia obciążeń</li> <li>Początki wielkich koncernów lotniczych: Boeing, Douglas. Pierwsze konstrukcje lotnicze o cienkościennych pokryciach pracujących. Zastosowanie stopów aluminium.</li> <li>• Konstrukcje lotnicze II Wojny Światowej. Pierwsze napędy odrzutowe. Materiały żaroodporne i żarowytrzymałe.</li> <li>• Rozwój samolotów komunikacyjnych okresu powojennego. Pierwsze konstrukcje pasażerskie z napędem odrzutowym. Problemy związane z wytrzymałością zmęczeniową struktur.</li> <li>• Początki zastosowania kompozytów w lotnictwie. Technologie stealth. Samoloty o obniżonej</li> </ul>	

<p>wykrywalności - Horten, Blackbird. Szybownictwo powojenne - kompozyty szklano-epoksydowe. • Zastosowanie nowoczesnych materiałów lotniczych - Kompozyty węglowe, ulownice aramidowe. Nowoczesne konstrukcje lotnicze.</p>	
Informatyka przemysłowa	K_W01, K_W09, K_U02
<p>• Wybrane zagadnienia z modelowania i symulacji procesów technologicznych. Nowoczesne metody modelowania i symulacji numerycznej procesów technologicznych, w szczególności procesów specjalnych w inżynierii materiałowej. Zasady definiowania zagadnień początkowo-brzegowych i analizowania oraz interpretacji wyników praktycznych symulacji i programów obliczeniowych w wybranym środowisku programistycznym. • Wybrane zagadnienia z komunikacji i sterowania urządzeń przemysłowych. Podstawy komunikacji komputer–urządzenie przemysłowe, zasady działania przemysłowych sieci komunikacyjnych oraz metody sterowania urządzeniami przemysłowymi. Konfiguracja i analiza systemów komunikacji i sterowania oraz monitorowanie parametrów pracy urządzeń. • Metody interpretacji wyników symulacji w kontekście projektowania procesów technologicznych, doboru materiałów i kształtowania ich właściwości w procesach specjalnych. Rozwiązywanie praktycznych zadań inżynierskich związanych z projektowaniem procesów, analizą wyników oraz optymalizacją parametrów technologicznych.</p>	
Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	K_U08
<p>• Procedury ratunkowe i komunikacja w sytuacjach zagrożenia. • Transmisja – zasady przekazywania informacji w systemach telekomunikacyjnych. • Podstawowe zasady funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Materiały: Klasyfikacja, struktura i właściwości. • Właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.</p>	
Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	K_U08
<p>• Procedury ratunkowe i komunikacja w sytuacjach zagrożenia. • Transmisja – zasady przekazywania informacji w systemach telekomunikacyjnych. • Podstawowe zasady funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Materiały: Klasyfikacja, struktura i właściwości. • Właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.</p>	
Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	K_U08
<p>• Procedury ratunkowe i komunikacja w sytuacjach zagrożenia. • Transmisja – zasady przekazywania informacji w systemach telekomunikacyjnych. • Podstawowe zasady funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Materiały: Klasyfikacja, struktura i właściwości. •</p>	

Właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedury ratunkowe i komunikacja w sytuacjach zagrożenia. • Transmisja – zasady przekazywania informacji w systemach telekomunikacyjnych. • Podstawowe zasady funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Materiały: Klasyfikacja, struktura i właściwości. • Właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.</li> </ul>	
Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inżynier – planowanie kariery zawodowej w obszarze nauk technicznych. • Porównywanie rozwiązań i innowacji technicznych. • Rozmowa kwalifikacyjna – przygotowanie do procesu rekrutacji. • Formułowanie i przekazywanie komunikatów ostrzegawczych. • Udzielanie instrukcji i prowadzenie szkoleń technicznych. • Zasady – rozumienie i stosowanie reguł w środowisku technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Harmonogramy – przestrzeganie zasad i planowanie działań. • Wyrażanie zależności przyczyna–skutek w opisie procesów. • Kompleksowy opis systemów technicznych i energetycznych. • Wytrzymałość materiałów i badanie wytrzymałości na rozciąganie. • Przetwarzanie materiałów: formowanie i obróbka cieplna. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.</li> </ul>	
Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacjonowanie wypowiedzi w kontekście bezpieczeństwa pracy. • Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Budynki – porównywanie obiektów architektonicznych. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Wady materiałowe, mechanizmy degradacji i uszkodzeń. • Kontrola jakości i dobór materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.</li> </ul>	
Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spekulacje – przyczyny zdarzeń technicznych. • Spekulowanie o przeszłych zdarzeniach technicznych. • Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Zaawansowane materiały kompozytowe w projektowaniu współczesnych samolotów. • Rola lekkich stopów w poprawie efektywności i ekologiczności lotnictwa. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.</li> </ul>	
Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacjonowanie wypowiedzi w kontekście bezpieczeństwa pracy. • Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. •</li> </ul>	

<p>Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Budynki – porównywanie obiektów architektonicznych. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Wady materiałowe, mechanizmy degradacji i uszkodzeń. • Kontrola jakości i dobór materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.</p>	
<p>Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3</p>	<p>K_U08</p>
<p>• Relacjonowanie wypowiedzi w kontekście bezpieczeństwa pracy. • Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Budynki – porównywanie obiektów architektonicznych. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Wady materiałowe, mechanizmy degradacji i uszkodzeń. • Kontrola jakości i dobór materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.</p>	
<p>Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4</p>	<p>K_U08</p>
<p>• Spekulacje – przyczyny zdarzeń technicznych. • Spekulowanie o przeszłych zdarzeniach technicznych. • Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Zaawansowane materiały kompozytowe w projektowaniu współczesnych samolotów. • Rola lekkich stopów w poprawie efektywności i ekologiczności lotnictwa. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.</p>	
<p>Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2</p>	<p>K_U08</p>
<p>• Inżynier – planowanie kariery zawodowej w obszarze nauk technicznych. • Porównywanie rozwiązań i innowacji technicznych. • Rozmowa kwalifikacyjna – przygotowanie do procesu rekrutacji. • Formułowanie i przekazywanie komunikatów ostrzegawczych. • Udzielanie instrukcji i prowadzenie szkoleń technicznych. • Zasady – rozumienie i stosowanie reguł w środowisku technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Harmonogramy – przestrzeganie zasad i planowanie działań. • Wyrażanie zależności przyczyna–skutek w opisie procesów. • Kompleksowy opis systemów technicznych i energetycznych. • Wytrzymałość materiałów i badanie wytrzymałości na rozciąganie. • Przetwarzanie materiałów: formowanie i obróbka cieplna. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.</p>	
<p>Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3</p>	<p>K_U08</p>
<p>• Relacjonowanie wypowiedzi w kontekście bezpieczeństwa pracy. • Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Wynalazki –</p>	

porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Budynki – porównywanie obiektów architektonicznych. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Wady materiałowe, mechanizmy degradacji i uszkodzeń. • Kontrola jakości i dobór materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	K_U08
• Spekulacje – przyczyny zdarzeń technicznych. • Spekulowanie o przeszłych zdarzeniach technicznych. • Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Zaawansowane materiały kompozytowe w projektowaniu współczesnych samolotów. • Rola lekkich stopów w poprawie efektywności i ekologiczności lotnictwa. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	K_U08
• Procedury ratunkowe i komunikacja w sytuacjach zagrożenia. • Transmisja – zasady przekazywania informacji w systemach telekomunikacyjnych. • Podstawowe zasady funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Materiały: Klasyfikacja, struktura i właściwości. • Właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	K_U08
• Relacjonowanie wypowiedzi w kontekście bezpieczeństwa pracy. • Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Budynki – porównywanie obiektów architektonicznych. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Wady materiałowe, mechanizmy degradacji i uszkodzeń. • Kontrola jakości i dobór materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	K_U08
• Spekulacje – przyczyny zdarzeń technicznych. • Spekulowanie o przeszłych zdarzeniach technicznych. • Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Zaawansowane materiały kompozytowe w projektowaniu współczesnych samolotów. • Rola lekkich stopów w poprawie efektywności i ekologiczności lotnictwa. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Materiały narzędziowe	K_W05, K_W06, K_U04, K_U05

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stale narzędziowe: wpływ składu chemicznego i obróbki cieplnej na mikrostrukturę i właściwości mechaniczne.</li> <li>• Węglik spiekane: wpływ składu chemicznego na mikrostrukturę i właściwości mechaniczne. Rodzaje i metody wytwarzania pokryw na narzędziach z węglików spiekanych.</li> <li>• Cermetale narzędziowe: wpływ składu chemicznego na mikrostrukturę i właściwości mechaniczne. Rodzaje i metody wytwarzania pokryw na narzędziach z cermetali.</li> <li>• Wpływ składu fazowego na właściwości i zastosowanie ceramiki narzędziowej.</li> <li>• Wpływ składu fazowego na właściwości i zastosowanie supertwardych materiałów narzędziowych.</li> </ul>	
Metody badań warstw i powłok ochronnych	K_W07, K_U03, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe metody badań mikrostrukturalnych i geometrycznych warstw i powłok. Obserwacja mikrostruktury i grubości powłok oraz analiza ich topografii (np. badania mikroskopowe, profilometria, Calotest).</li> <li>• Podstawowe metody analizy składu chemicznego warstw i powłok. Jakościowa i ilościowa analiza składu powłok oraz interpretacja wyników badań (np. metodą EDS).</li> <li>• Podstawowe badania właściwości mechanicznych warstw i powłok. Ocena twardości, przyczepności i odporności na zużycie oraz zależność struktura–właściwości (np. mikrotwardość, scratch test).</li> <li>• Podstawowe badania odporności środowiskowej i korozyjnej warstw i powłok, obejmujące metody oceny trwałości powłok oraz analizę podstawowych mechanizmów degradacji (np. utlenianie, badania w komorze solnej).</li> </ul>	
Niekonwencjonalne technologie materiałowe	K_W05, K_W06, K_U02, K_U10, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyka konwencjonalnych metod otrzymywania materiałów, ich wpływ na skład chemiczny, mikrostrukturę oraz właściwości materiałów.</li> <li>• Charakterystyka niekonwencjonalnych technologii wytwarzania zaawansowanych materiałów i ich zastosowanie dla konkretnych materiałów.</li> <li>• Niekonwencjonalne metody łączenia i obróbki powierzchniowej materiałów, ich wpływ na skład chemiczny, mikrostrukturę oraz właściwości materiałów.</li> <li>• Charakterystyka składu chemicznego, fazowego, makro- i mikrostruktury niekonwencjonalnych materiałów, korelacja metod ich wytwarzania i właściwości, metody modyfikacji właściwości niekonwencjonalnych materiałów przy zastosowaniu niekonwencjonalnych technologii materiałowych.</li> </ul>	
Pękanie materiałów inżynierskich	K_W08, K_U03, K_U06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy mechaniki pękania. Pękanie kruche i ciągliwe. Mechanizmy inicjacji pęknięć. Propagacja pęknięć – stabilny rozwój pęknięć, zmęczeniowy wzrost pęknięć, wzrost pęknięć w warunkach pełzania. Wpływ środowiska na proces pękania.</li> <li>• Metody doświadczalne w mechanice pękania. Próba zmęczenia wysokocyklowego – określenie szybkości propagacji pęknięcia zmęczeniowego.</li> <li>• Próba odporności na pękanie – metodyka badań, wielkości opisujące odporność materiału na pękanie i sposób ich wyznaczania (K<sub>Ic</sub>, J<sub>Ic</sub>, CTOD, krzywa R).</li> <li>• Próby pełzania-zmęczenia – sposoby charakteryzacji propagacji pęknięć w warunkach sprzężenia efektów pełzania i zmęczenia.</li> <li>• Próba odporności na pękanie wspomagane oddziaływaniem środowiska (naprężeniowe pękanie korozyjne, naprężeniowe pękanie siarczkowe, kruchość wodorowa, kruchość wywołana kontaktem z ciekłym metalem)</li> <li>• Fraktografia – charakterystyczne cechy przełomów. Określanie przyczyn i mechanizmów pękania na podstawie badań fraktograficznych.</li> <li>• Wpływ składu fazowego i morfologii składników mikrostruktury na odporność na pękanie stopów metali, ceramiki, polimerów i materiałów kompozytowych.</li> </ul>	
Podstawy eksploatacji i niezawodności maszyn	K_W09, K_W13, K_U02, K_U05, K_U12, K_K01

• Podstawowe pojęcia związane z eksploatacją, obiektem technicznym, fazami istnienia obiektu technicznego, wymagania eksploatacyjne. Podział eksploatacyjny maszyn i urządzeń, struktura, relacje i charakterystyki systemu człowiek - system techniczny - otoczenie. • Charakterystyka wybranych maszyn i urządzeń. Obiekt techniczny projektowanie, prototypowanie i badania. Warunki eksploatacji. Dekompozycja obiektu. Opis zasobu funkcjonowania obiektu technicznego. Struktura funkcjonalna, cechy elementów i zmiany tych cech opis procesu wyczerpywania zasobu funkcjonowania obiektu. • Użytkowanie maszyn i urządzeń. Właściwości użytkowe maszyn. Miary użytkowania i ich zastosowanie. Zasady bezpiecznego użytkowania maszyn i urządzeń transportowych. Zarządzanie eksploatacją maszyn, systemy TPM. • Kształtowanie niezawodności na etapie projektowania i prototypowania maszyn, analiza i ocena wyników badań eksploatacyjnych w warunkach laboratoryjnych i rzeczywistych. Utrzymanie maszyn w ruchu, obsługi, remonty. Diagnostyka maszyn. • Modele badawcze do badań eksploatacyjnych. Procesy badawcze prototypów i wyrobów. Strategie utrzymania ruchu. • Podstawowe pojęcia teorii niezawodności. Wskaźniki niezawodności obiektów. Modele niezawodnościowe systemów technicznych. • Rodzaje struktur niezawodnościowych: podstawowe, mieszane, złożone. Wyznaczanie prawdopodobieństwa poprawnej pracy systemów technicznych. Metody analizy struktur niezawodnościowych: ścieżki zdatności i niezdatności, analiza drzewa uszkodzeń. • Zasady oddziaływania na niezawodność systemów technicznych. Analiza kosztów eksploatacji niezawodności. Kształtowanie niezawodności obiektów technicznych.

Podstawy obróbki ubytkowej

K\_W06, K\_U02, K\_U04, K\_U12

• Wprowadzenie do inżynierii wytwarzania. Klasyfikacja metod kształtowania części maszyn. Charakterystyka i zastosowanie metod ubytkowych i bezubytkowych. Podstawowe pojęcia. Różnice pomiędzy skrawaniem, ścieraniem a erodowaniem. Kinematyka procesów wytwarzania ubytkowego. Parametry technologiczne procesów. Jakość powierzchni oraz dokładność wymiaru i kształtu w procesach wytwarzania. Podstawy fizyczne procesu skrawania. Strefy skrawania i zjawiska w nich występujące. Przekrój warstwy skrawanej. • Podstawowe zjawiska w procesie skrawania. Klasyfikacja i charakterystyka wiórów. Budowa wiórów. Spęczenie wiórów. Łamanie wiórów. Budowa łamaczy wiórów. Kształty wiórów. Zjawisko zgniotu warstwy wierzchniej w obróbce skrawaniem. Wpływ parametrów procesu na zjawisko zgniotu. Zjawisko narostu. Wpływ zjawiska narostu na proces obróbki, przedmiot obrabiany oraz narzędzie. Siła skrawania. Wzory do obliczania siły skrawania. Składowe siły skrawania. Praca i moc skrawania. Wyznaczanie mocy skrawania. Ciepło skrawania. Rozkład temperatur w strefie skrawania. Bilans cieplny procesu skrawania. Drgania w procesie skrawania. Wpływ parametrów procesu na bilans ciepła. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. Wskaźniki skrawalności. Klasyfikacja materiałów pod względem skrawalności. Rola chłodziw w procesie skrawania. Sposoby doprowadzenia chłodziwa do strefy skrawania. Kształtowanie warstwy wierzchniej w procesach obróbki ubytkowej. Wpływ procesu obróbki na właściwości warstwy wierzchniej. • Ogólna budowa i klasyfikacja narzędzi skrawających. Rodzaje zużycia ostrza skrawającego. Charakterystyka i formy zużycia ściernego. Przykłady rodzajów zużycia ostrza. Wpływ warunków skrawania na zużycie ostrza. Kryteria stopienia ostrza. Materiały narzędziowe. Klasyfikacja i porównanie materiałów narzędziowych. Charakterystyka stali szybko tnących. Klasyfikacja i zastosowanie węglików spiekanych. Charakterystyka ceramiki narzędziowej. Zastosowanie materiałów supertwardych.

Recykling materiałów i ochrona środowiska

K\_W02, K\_W13, K\_U05, K\_U10, K\_U11, K\_U12, K\_K01

- Wprowadzenie do recyklingu materiałów konstrukcyjnych. Znaczenie recyklingu w przemyśle i sektorze lotniczym. Strumienie materiałowe i podstawy cyklu życia materiałów.
- Recykling metali konstrukcyjnych (Al, Ti, stale stopowe) – technologie przetapiania, rafinacji, ograniczenia jakościowe.
- Recykling nadstopów niklu oraz materiałów stosowanych w silnikach lotniczych. Problemy segregacji, zanieczyszczeń i utraty właściwości.
- Recykling materiałów kompozytowych (CFRP, GFRP) – metody mechaniczne, termiczne i chemiczne. Ograniczenia technologiczne.
- Wpływ procesów recyklingu na mikrostrukturę i właściwości materiałów wtórnych. Surowce krytyczne i bezpieczeństwo materiałowe.
- Regulacje środowiskowe dotyczące recyklingu materiałów oraz systemy zarządzania środowiskowego (ISO 14001).
- Wprowadzenie do projektu. Wybór materiału i elementu konstrukcyjnego do analizy. Określenie zakresu pracy.
- Charakterystyka materiału i warunków jego eksploatacji. Identyfikacja sposobu powstawania odpadu oraz możliwości odzysku (źródło odpadu, segregacja, identyfikacja składu chemicznego).
- Analiza technologii recyklingu wybranego materiału (metody przetopu, odzysku chemicznego, obróbki wtórnej).
- Ocena wpływu procesu recyklingu na mikrostrukturę i właściwości materiału wtórnego. Identyfikacja ograniczeń jakościowych.
- Analiza ograniczeń technologicznych oraz wymagań jakościowych stawianych materiałowi po odzysku. Ocena aspektów środowiskowych i regulacyjnych wybranego procesu recyklingu (LCA, BAT, wymagania prawne).

Socjologia	K_W12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Status naukowy socjologii.</li> <li>• Konformizm u człowieka i jego działanie w sytuacjach trudnych. Postawy społeczne.</li> <li>• Uprzedzenia i stereotypy. Konflikt jako zjawisko społeczne.</li> <li>• Kultura jako zjawisko socjologiczne.</li> <li>• Patologie społeczne - analiza socjologiczna tego zjawiska.</li> <li>• Interakcje społeczne.</li> <li>• Procesy transformacji ustrojowej w Polsce.</li> </ul>	
Stopy żaroodporne i żarowytrzymałe dla lotnictwa i energetyki	K_W05, K_W06, K_U04, K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcie żarowytrzymałości i żaroodporności. Mechanizmy odkształcenia plastycznego i pełzania w podwyższonej temperaturze. Umocnienie wydzieleniowe i roztworowe w warunkach wysokotemperaturowych. Mechanizmy dekohezji i inicjacji pęknięć. Zmęczenie nisko- i wysokocyklowe w podwyższonej temperaturze. Utlenianie wysokotemperaturowe i degradacja strukturalna.</li> <li>• Żarowytrzymałe stopy metali lekkich. Stale węglowe, stopowe i austenityczne do pracy w wysokiej temperaturze. Nadstopy na osnowie niklu, kobaltu i żelaza. Stopy metali wysokotopliwych (Nb, Mo, W, Ta, V, Cr). Stopy krystalizujące kierunkowo i monokrystaliczne. Materiały na osnowie faz międzymetalicznych. Zastosowania w turbinach, zaworach silnikowych i elementach komór spalania.</li> <li>• Metody oceny żarowytrzymałości: statyczna próba rozciągania w wysokiej temperaturze, próba pełzania, zmęczenie cieplne. Badania utleniania wysokotemperaturowego. Warstwy i powłoki ochronne. Kryteria doboru materiału i technologii wytwarzania elementów pracujących w wysokiej temperaturze w lotnictwie i energetyce.</li> </ul>	
Systemy CAx w przemyśle	K_W01, K_W03, K_U02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaawansowane modelowanie powierzchniowe detali lotniczych oraz sterowanie geometrią poprzez parametryczne równania matematyczne.</li> <li>• Definiowanie wiązań i symulacje ruchu prostych mechanizmów.</li> <li>• Przygotowanie siatki i analiza wytrzymałościowa konstrukcji kratownicowych 2D i 3D.</li> <li>• Generowanie i weryfikacja ścieżek narzędzi dla pionowych i poziomych centrów obróbczych.</li> <li>• Definiowanie warunków brzegowych, symulacje przepływów i analiza aerodynamiczna.</li> </ul>	
Technologie lotnicze	K_W04

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etapy projektowania procesu obróbki i kontroli.</li> <li>• Dokumentacja technologiczna.</li> <li>• Półfabrykaty.</li> <li>• Wybrane metody obróbki dla części typu wał, tarcza, tuleja, korpus, dźwignia, itp.</li> <li>• Projektowanie procesu technologicznego dla wybranych typów części.</li> <li>• Techniki wytwarzania stosowane w przemyśle lotniczym.</li> </ul>	
Termodynamika przemian fazowych	K_W02, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe z zakresu termodynamiki chemicznej (składnik, faza, układ otwarty, zamknięty, izolowany), procesy odwracalne i nieodwracalne, ciepło właściwe, zasady termodynamiki.</li> <li>• Funkcje termodynamiczne – entalpia, entropia, potencjał termodynamiczny, prężność par.</li> <li>• Roztwory, podział roztworów, funkcje termodynamiczne roztworów.</li> <li>• Warunek równowagi faz, budowa i analiza wykresów równowagi fazowej.</li> <li>• Wyznaczanie kierunku zachodzenia przemian i reakcji przy pomocy funkcji termodynamicznych.</li> </ul>	
Wytwarzanie materiałów z elementami ochrony środowiska	K_W02, K_W13, K_U05, K_U10, K_U11, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do wytwarzania materiałów lotniczych i ich roli w systemach lotniczych. Architektura silnika lotniczego (sekcja zimna, gorąca, układ napędowy) oraz wymagania materiałowe: temperatura, zmęczenie, pełzanie, korozja, trwałość.</li> <li>• Technologie wytwarzania elementów sekcji zimnej: stopy Al i Ti, kompozyty CFRP, kucie, obróbka, autoklaw, L-PBF – wpływ parametrów procesu na mikrostrukturę, właściwości i energochłonność.</li> <li>• Technologie sekcji gorącej: nadstopy niklu, odlewanie kierunkowe i monokrystaliczne, Full Heat Treatment – parametry procesu, kontrola jakości, koszty próżni i energii.</li> <li>• Inżynieria spajania. Systemy powłokowe: aluminidkowe (CVD) oraz ceramiczne TBC (EB-PVD) – dobór parametrów, aspekty technologiczne, infrastruktura technologiczna, wpływ na trwałość i koszty środowiskowe (emisje, odpady, odzysk).</li> <li>• Układ przeniesienia napędu: stale wysokowytrzymałe (np. Pyrowear), nawęglanie próżniowe – parametry procesu, koszt oprzyrządowania i kontrola technologii.</li> <li>• Korozja, trwałość i niezawodność materiałów – wpływ na cykl życia i ślad środowiskowy. Model kosztowy procesu wytwarzania elementu silnika: koszt materiału, energii, pracy, amortyzacji; regulacje środowiskowe (IED, BREF, ISO 14001); wpływ technologii na life-time i LCA. Recykling materiałów lotniczych, gospodarka obiegu zamkniętego.</li> <li>• Wybór tematu, analiza technologii i parametrów procesu. Wybór elementu silnika lotniczego i określenie jego funkcji oraz wymagań eksploatacyjnych.</li> <li>• Dobór materiału i technologii wytwarzania wraz z analizą parametrów procesu.</li> <li>• Analiza kosztów materiałowych i procesowych (energia, praca, infrastruktura, oprzyrządowanie, emisji i odpadów).</li> <li>• Ocena wpływu technologii na mikrostrukturę, właściwości oraz trwałość elementu.</li> <li>• Ocena aspektów środowiskowych i regulacyjnych procesu (emisje, odpady, zgodność z wymaganiami).</li> </ul>	
Zintegrowane systemy zarządzania	K_W10, K_U05, K_U09, K_U11, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do wdrażania SSZ. Rola zespołów wdrażających. Zasoby. Dokumenty. Konsultacje. Rodzaje integracji</li> <li>• Projektowanie i wdrażanie ISO 9001. Etapy wdrażania sytemu.</li> <li>• Etapy integrowania systemów ISO 9001 i ISO 14001.</li> <li>• Integracja systemów wykorzystująca system EMAS.</li> <li>• Integrowanie systemów. Implementacja ISO 45001.</li> <li>• Integracja systemów zarządzania. Standardy np.PASS-99. Modele integracji</li> <li>• Kompleksowe wdrażanie i certyfikowanie standaryzowanych systemów zarządzania i zintegrowanych systemów zarządzania</li> <li>Wady i zalety.</li> <li>• Podsumowanie</li> <li>• Wprowadzenie i omówienie projektów</li> <li>• Charakterystyka zadanej organizacji na podstawie otrzymanej struktury organizacyjnej, stworzenie listy uprawnień i obowiązków dla wskazanych stanowisk.</li> <li>• Opracowanie zarządzania o wdrażaniu ZSZ, identyfikacja wymagań norm, projekt harmonogramu wdrażania</li> <li>• Polityka ZSZ</li> <li>• Struktura dokumentacji. Szata graficzna</li> </ul>	

dokumentacji. Zawartość treściowa dokumentacji. Procedury, instrukcje • Projekt procedury/karty procesu / instrukcji. Mapa procesów. • Planowanie auditów wewnętrznych. Wniosek certyfikacyjny.	
Znormalizowane systemy zarządzania w przemyśle	K_W10, K_U05, K_U09, K_U11, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do wdrażania Standaryzowanych Systemów Zarządzania (SSZ) • Systemowe zarządzanie jakością, Norma ISO 9001:2015 Etapy wdrażania ISO 9001. • Norma ISO 14001 i EMAS. Wdrażanie systemów zarządzania środowiskowego. • Norma ISO 45001. Etapy wdrażania ISO 45001 • Inne systemy zarządzania • Podsumowanie • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. • Charakterystyka organizacji. • Identyfikacja procesów w organizacji, relacje między procesami • Lista procedur, Polityka jakości/środowiskowa/BHP • Algorytm przebiegu procesu Procedura wybranego SSZ • Karta procesu wybranego SSZ</li> </ul>	
Zużycie tribologiczne materiałów inżynierskich	K_W08, K_U02, K_U06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do tribologii i eksploatacji maszyn • Zjawisko tarcia jako główna przyczyna niszczenia materiałów inżynierskich. Klasyfikacja rodzajów tarcia oraz rola smarowania w układach tribologicznych. • Podstawowe procesy niszczenia oraz przebieg procesu zużywania się elementów maszyn. Charakterystyka zużycia ściernego, adhezyjnego i przez utlenianie. • Charakterystyka procesów zużycia typu fretting, scuffing, spalling oraz pitting. Erozyjne oraz korozyjne procesy niszczenia obiektów technicznych. Zjawiska o charakterze termicznym mające wpływ na trwałość części lotniczych. • Charakterystyka warstwy wierzchniej. Wpływ warstwy wierzchniej na intensywność zużywania się elementów maszyn. • Podstawowe pojęcia eksploatacyjne, użytkowanie maszyn, klasyfikacja uszkodzeń oraz ich podstawowych objawów, podstawy kierowania eksploatacją urządzeń technicznych. • Omówienie podstawowych urządzeń do badań trwałościowych obiektów technicznych. Sposoby identyfikacji uszkodzeń i diagnostyki obiektów technicznych. • Wstęp do sposobów badania tribologicznych węzłów ciernych. Przegląd urządzeń do badań trwałościowych. • Badanie odporności materiałów na zużycie ściernie. • Wyznaczanie wpływu parametrów pracy na współczynnik tarcia w układzie czop panewka. • Wpływ lepkości stosowanego środka smarnego na opory ruchu w układzie pierścień-cylinder. • Badanie wpływu chropowatości powierzchni na opory ruchu w układzie kulka-tarcza • Ocena charakteru zużycia elementów węzła ciernego na podstawie badań powierzchni po eksploatacji.</li> </ul>	

#### 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, 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 przedsiębiorstwa a także ukształtowania postaw pożądaných przez pracodawców i współpracowników (właściwej organizacji pracy, sumienności i odpowiedzialności za powierzone zadania). Praktyka zawodowa jest traktowana, jako odrębny przedmiot 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.