

Program studiów

Inżynieria materiałowa drugiego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki



1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	Inżynieria materiałowa
Poziom studiów	drugiego stopnia
Profil studiów	ogólnoakademicki
Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów	inżynieria materiałowa
Liczba semestrów	studia stacjonarne: 3
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	90
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: 975
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	magister inżynier

Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia

Absolwenci studiów II-go stopnia uzyskują tytuł magistra inżyniera kierunku inżynieria materiałowa. Posiadają oni zaawansowaną wiedzę, umiejętności i kompetencje w zakresie: inżynierii materiałowej oraz nauki o materiałach inżynierskich (metalicznych, ceramicznych, polimerowych i kompozytowych). Nabyta wiedza w zakresie informatyki umożliwia podejmowanie prac w zakresie komputerowego wspomaganie doboru (CAMS) i projektowania materiałów (CAMD) oraz nowoczesnych technologii materiałowych. Absolwent posiada znajomość metodyki badań a także zarządzania zespołami ludzkimi w środowiskach przemysłowych oraz małych i średnich przedsiębiorstwach zajmujących się wytwarzaniem i przetwarzaniem materiałów inżynierskich. Jest przygotowany do podejmowania aktywności badawczej z zakresu inżynierii materiałowej i technologii materiałowych oraz informatyki i komputerowego wspomaganie prac inżynierskich oraz kierowania zespołami badawczymi w zakresie: obsługi specjalistycznej aparatury badawczej do charakteryzacji mikrostruktury i właściwości materiałów inżynierskich a także systemów informatycznych wspomagających projektowanie właściwości i metod wytwarzania materiałów.

Absolwenci uzyskują przygotowanie do pracy badawczej związanej z wybraną ścieżką kształcenia (bloki tematyczne):

- materiałów żaroodpornych i żarowytrzymałych,
- technologii materiałów inżynierskich.

Wiedza i umiejętności przekazane w ramach bloku technologie materiałów inżynierskich umożliwiają absolwentowi projektowanie materiałów w zależności od wymaganych właściwości oraz współpracę z użytkownikami materiałów inżynierskich tj. konstruktorami i specjalistami z zakresu budowy i eksploatacji maszyn oraz inżynierii materiałowej. Absolwent posiada umiejętność posługiwania się komputerowymi programami numerycznymi wspomagającymi proces projektowania i doboru materiałów oraz obsługi aparatury badawczej co umożliwia realizację badań struktury, mikrostruktury oraz właściwości mechanicznych wszystkich rodzajów materiałów inżynierskich.

Absolwenci bloku materiały żaroodporne i żarowytrzymałe uzyskują wiedzę ogólną dla kierunku inżynieria materiałowa oraz wiedzę specjalistyczną z zakresu metod topienia i krystalizacji nadstopów, obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej, metod badań doskonałości struktury odlewów monokrystalicznych. Potrafią posługiwać się komputerowymi programami numerycznymi umożliwiającymi prognozowanie właściwości nadstopów w zależności od składu chemicznego, projektowania geometrii i konstrukcji form odlewniczych oraz warunków procesu wytwarzania odlewów poli- i monokrystalicznych.

Absolwenci posiadają również wiedzę z zakresu mechaniki oraz budowy i eksploatacji maszyn. Nabyta wiedza i umiejętności predysponują ich do pracy w małych, średnich i dużych przedsiębiorstwach przemysłowych, ośrodkach badawczo-rozwojowych, jednostkach doradczych i projektowych, przedsiębiorstwach obrotu materiałami inżynierskimi i aparaturą do ich badania oraz do ewentualnego podjęcia dalszego kształcenia. Potrafią współpracować w zespołach ludzkich oraz myśleć i działać w sposób kreatywny. Znają i rozumieją zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego. Potrafią korzystać z zasobów literatury, baz danych, informacji patentowych oraz innych źródeł, także w języku obcym. Posiadają umiejętności językowe pozwalające na porozumiewanie się w języku obcym w zakresie ogólnym oraz specjalistycznym tj. nauki o materiałach i inżynierii materiałowej. Potrafią przygotować i zaprezentować opracowanie naukowe w języku polskim oraz informację naukową w języku obcym. Mają świadomość społecznej roli absolwenta wyższej uczelni technicznej, rozumieją potrzebę ciągłego zdobywania wiedzy i podnoszenia kwalifikacji zawodowych

2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu matematyki, informatyki i statystyki niezbędną do opisu zagadnień z zakresu procesów materiałowych oraz inżynierii materiałowej.	P7S_WG
K_W02	Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z fizyki i chemii pozwalającą na formułowanie i rozwiązywanie zagadnień technicznych dotyczących materiałów, technologii wytwarzania i przetwarzania w zakresie inżynierii materiałowej.	P7S_WG
K_W03	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie mechaniki, wytrzymałości materiałów, termodynamiki pozwalającą na opracowanie modeli i zjawisk związanych z materiałami inżynierskimi.	P7S_WG
K_W04	Posiada wiedzę o właściwościach, metodach wytwarzania i badań oraz obszarach zastosowania materiałów inżynierskich.	P7S_WG

K_W05	Posiada uporządkowaną i obszerną wiedzę w zakresie krystalizacji, przeróbki plastycznej, obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej materiałów metalicznych.	P7S_WG
K_W06	Posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu zarządzania jakością produktów, prowadzenia przedsięwzięć gospodarczych, organizacji pracy oraz ochrony prawnej własności intelektualnej w obszarze inżynierii materiałowej	P7S_WK
K_W07	Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę dotyczącą materiałów ceramicznych; technologii wytwarzania, badania mikrostruktury i właściwości oraz zastosowania.	P7S_WG
K_W08	Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę dotyczącą materiałów kompozytowych; metod wytwarzania, badania mikrostruktury i właściwości oraz zastosowania.	P7S_WG
K_W09	Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie inżynierii powierzchni; metod wytwarzania i oceny struktury oraz właściwości warstw powierzchniowych i zastosowania.	P7S_WG
K_W10	Posiada rozszerzoną wiedzę w zakresie dyscyplin powiązanych ze studiowanym kierunkiem, tj. gospodarki materiałowej oraz recyklingu materiałów.	P7S_WG P7S_WK
K_W11	Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystując wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla wybranego kierunku studiów.	P7S_WK
K_U01	Potrafi poszukiwać informacji w literaturze i bazach danych, przeprowadzić analizę oraz wyciągać wnioski i formułować opinie wraz z uzasadnieniem.	P7S_UW
K_U02	Potrafi pracować w zespole oraz indywidualnie - realizuje zadania i osiąga cele zgodnie z harmonogramem prac.	P7S_UO
K_U03	Porozumiewa się środowisku zawodowym, także w języku obcym, poprawnie przedstawia zagadnienia w formie prezentacji ustnej, pisemnej i multimedialnej.	P7S_UK
K_U04	Ma umiejętność samokształcenia się celem podnoszenia kompetencji i kwalifikacji zawodowych.	P7S_UU
K_U05	Potrafi zastosować komputerowe programy symulacyjne do prac projektowych i badawczych w obszarze inżynierii materiałowej oraz zinterpretować ich wyniki i wyciągnąć wnioski.	P7S_UW
K_U06	Potrafi zaplanować, przygotować i przeprowadzić badania materiałów inżynierskich, dokonać analizy wyników oraz sformułować wnioski.	P7S_UW
K_U07	Jest przygotowany do pracy w przemyśle, stosuje zasady BHP oraz ergonomii.	P7S_UW
K_U08	Potrafi przeprowadzić analizę podejmowanych zadań i prac projektowych z zakresu inżynierii materiałowej.	P7S_UW
K_U09	Potrafi zaplanować warunki procesów technologicznych, diagnozować nieprawidłowości i planować działania korekcyjne oraz zapobiegawcze w procesach technologicznych z obszaru inżynierii materiałowej.	P7S_UW
K_U10	Potrafi opracować specyfikację, dobrać urządzenia oraz dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań.	P7S_UW
K_U11	Potrafi ocenić przydatność i zastosować odpowiednie metody i narzędzia służące rozwiązaniu zadań inżynierskich z zakresu inżynierii materiałowej.	P7S_UW
K_U12	Ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla inżynierii materiałowej, zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P7S_UW
K_K01	Rozumie potrzebę doksztalcenia się oraz podnoszenia kompetencji oraz kwalifikacji zawodowych i osobistych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia innych osób.	P7S_KK
K_K02	Posiada świadomość ekologiczną i ochrony środowiska skutków działalności inżynierskiej, dostrzega wpływ przemysłu na środowisko naturalne.	P7S_KO
K_K03	Ma świadomość zachowań profesjonalnych i etyki zawodowej. Potrafi współdziałać i pracować w zespole przyjmując w niej różne role.	P7S_KR
K_K04	Potrafi określić zadania, cele, priorytety realizacji zadania dla zespołu lub pracy samodzielnej.	P7S_KO
K_K05	Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.	P7S_KR
K_K06	Potrafi myśleć w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P7S_KO
K_K07	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.	P7S_KK

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


Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych na stronie internetowej wydziału. Karty modułów zajęć stanowią integralną część programu studiów.

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

3.1 Przedmioty wspólne dla kierunku, niezależne od wyboru studentów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	2	N	
1	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	MC	Metody badań materiałów	30	0	30	0	60	4	N	

1	MO	Planowanie eksperymentu i analiza wyników	15	0	30	0	45	4	T	
1	MC	Technologie przyrostowe	15	0	15	0	30	3	N	
1	MC	Termodynamika przemian fazowych	30	15	0	0	45	4	N	
1	MC	Zaawansowane technologie warstw i powłok ochronnych 1	15	0	30	0	45	4	N	
2	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
2	MC	Korozja metali	30	0	30	0	60	5	T	
2	MC	Materiały w produkcji zielonej energii	30	15	0	0	45	3	N	
2	MC	Organizacja systemów produkcji	15	15	0	0	30	3	T	
2	MC	Symulacja procesów technologicznych	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Gospodarka materiałowa i recykling materiałów	30	30	0	0	60	3	N	
3	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	MC	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	1	N	
3	MC	Zarządzanie projektami inżynierskimi i badawczo-rozwojowymi	30	0	0	0	30	1	N	

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

3.2 Wykaz bloków tematycznych do wyboru

- Materiały żaroodporne i żarowytrzymałe
- Technologie materiałów inżynierskich

3.2.1. Blok tematyczny: Materiały żaroodporne i żarowytrzymałe

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	MC	Degradacja materiałów niemetalicznych	30	0	15	0	45	4	N	
1	MC	Technologie kształtowania właściwości materiałów	15	15	0	0	30	3	T	
2	MC	Analiza przyczyn uszkodzeń i awarii	15	0	30	0	45	4	T	
2	MC	Technologia form i rdzeni odlewniczych	30	0	15	0	45	3	N	
2	MC	Technologia kompozytów	30	0	0	30	60	5	T	
2	MC	Zaawansowane metody badań ceramicznych materiałów do wytwarzania form odlewniczych	15	0	30	0	45	3	N	
3	MC	Krystalizacja i obróbka cieplna materiałów żarowytrzymałych	30	0	15	0	45	2	N	
3	MC	Zaawansowane metody oceny doskonałości struktury i mikrostruktury odlewów	30	0	30	0	60	3	N	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	45 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	49 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.	33 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	4 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

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 osiąganych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych 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	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	12
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	448
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	18
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	17
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	15
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	27
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	12
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	54
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji	21
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	51

3.2.2. Blok tematyczny: Technologie materiałów inżynierskich

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	MC	Degradacja materiałów niemetalicznych	30	0	15	0	45	4	N	
1	MC	Technologie materiałów lotniczych	15	15	0	0	30	3	T	
2	MC	Analiza przyczyn uszkodzeń i awarii	15	0	30	0	45	4	T	
2	MC	Kształtowanie mikrostruktury i właściwości materiałów	30	0	30	0	60	5	T	
2	MC	Nanotechnologie i nanomateriały	15	0	15	0	30	2	N	
2	ML	Odkształcanie i pękanie	30	30	0	0	60	4	N	
3	MC	Metody badań warstw i powłok ochronnych	30	0	15	0	45	2	N	
3	MC	Zaawansowane technologie warstw i powłok ochronnych 2	30	0	30	0	60	3	N	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	45 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	52 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.	33 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	4 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

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 osiąganych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych 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	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	11
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	472
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	18
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	21
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	15
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	37
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	12
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	69
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	1
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji /raportu oraz przygotowanie do prezentacji	0
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	50

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.

Analiza przyczyn uszkodzeń i awarii	K_W02, K_W04, K_U01, K_U02, K_U06, K_K01, K_K03, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> Wady powstające w procesach metalurgicznych – rodzaje, mechanizmy i przyczyny powstawania oraz metody zapobiegania ich powstawaniu Wady powstające w procesach technologicznych: obróbki cieplnej, cieplno-chemicznej, przeróbki plastycznej Wady i niezgodności spawalnicze i lutownicze oraz sposoby zapobiegania ich powstawaniu Mechanizmy korozji, identyfikacja rodzaju korozji oraz znajomość sposobów jej zapobiegania i zwalczania Przyczyny niszczenia (dekohezji) materiałów inżynierskich powstałe w wyniku eksploatacji pod wpływem naprężeń. Określenie mechanizmu i drogi dekohezji na podstawie badań fraktograficznych Samodzielna identyfikacja wad w częściach pod eksploatacją, interpretacja czynników powodujących ich powstawanie oraz wykonanie analizy i ekspertyzy przy użyciu metod eksperymentalnych. 	
Degradacja materiałów niemetalicznych	K_W04, K_W07, K_U06, K_U11, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Trwałość eksploatacyjna materiałów w środowiskach naturalnych i sztucznych. Czynniki wywołujące degradację materiałów inżynierskich. Korozja. Klasyfikacja korozji. Korozja chemiczna i elektrochemiczna. Korozja materiałów w różnych środowiskach. Metody ochrony przed korozją. Metodyka badania odporności na korozję. Erozja. Przyczyny zużycia erozyjnego. Kawitacja. Degradacja tworzyw sztucznych. Termo i foto degradacja. Proces niszczenia eksploatacyjnego tworzyw sztucznych. Biodegradacja. Wpływ składu chemicznego i temperatury na odporność materiału na zmęczenie cieplne. Wysokotemperaturowa korozja gazowa Ocena odporności na korozję elektrochemiczną. Wyznaczenie i interpretacja krzywych polaryzacji katodowej i anodowej. Wyznaczanie szybkości korozji. Badanie przebiegu korozji w wybranych materiałach. Wpływ warunków eksploatacji na właściwości wybranych polimerów. Termo degradacja polimerów. Foto degradacja polimerów. Wpływ temperatury na proces wysokotemperaturowego utleniania. 	
Gospodarka materiałowa i recykling materiałów	K_W10, K_W11, K_U01, K_U02, K_U03, K_K02, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Istota i znaczenie gospodarki materiałowej na tle logistyki przedsiębiorstwa Cykl życia produktu, wprowadzanie nowego produktu na rynek, techniczne przygotowanie procesu produkcji Organizacja procesu produkcji Planowanie potrzeb materiałowych Zarządzanie procesami zakupu w przedsiębiorstwie Znaczenie procesów recyklingu w gospodarce i ochronie środowiska Przemysłowe procesy recyklingu materiałów metalicznych i niemetalicznych Nowoczesne metody planowania i sterowania przepływami produkcji Gospodarka magazynowa: funkcjonowanie magazynów, wyposażenie magazynów, technologie i metody magazynowania, zagospodarowanie przestrzeni magazynowej, przechowywalność towarów, wydajność i koszty magazynowania, zadania magazynów w systemie logistycznym 	
Historia techniki	K_W03, K_W04, K_W11
<ul style="list-style-type: none"> Wykład wprowadzający do historii techniki - inżynierii materiałowej Historia i współczesność metalurgii żelaza Historia i podstawy odlewnictwa Materiały inteligentne Rozwój metalurgii proszków Historia natryskiwania cieplnego Historia motoryzacji Historia uzbrojenia Historia budownictwa Historia śmigłowców Historia energetyki jądrowej Historia linii produkcyjnej i automatyki przemysłowej Historia podboju kosmosu-misje załogowe Historia lotnictwa w Polsce 	
Język obcy 1	K_U03, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> Funkcje i zastosowanie urządzeń GPS. Słuchanie ze zrozumieniem: zastosowanie systemu GPS. Przydatne wyrażenia - ćwiczenia leksykalne Zastosowanie nowoczesnych technologii - praca z tekstem. Czytanie i słuchanie - kosmiczne windy. Ćwiczenia leksykalne, produkcja - wyrażanie opinii na dany temat Podkreślenie zalet technicznych urządzeń - czytanie i mówienie: Otis - technologie zastosowane w nowoczesnych windach. Ćwiczenia leksykalne. Rozumienie tekstu ze słuchu Upraszczenie i ilustrowanie skomplikowanych wyjaśnień technicznych. Analiza dłuższych opisów technicznych. Praca z tekstem. 	

Rozumienie tekstu ze słuchu. • Materiały i ich właściwości - praca z tekstem. Długość życia produktu - rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Czytanie i słuchanie ze zrozumieniem: odzyskiwanie energii podczas hamowania. Właściwości materiałów. Słuchanie i czytanie ze zrozumieniem: włókno kevlar. • Jakość produktu – zwroty i wyrażenia. Części składowe i ich montaż. Rozumienie ze słuchu - cele nowego projektu technicznego. • Techniki produkcyjne. Pisanie - opis technik produkcyjnych i ich wady i zalety. Czytanie i rozumienie ze słuchu: cięcie strumieniowe. Ćwiczenia leksykalne. • Rodzaje łączy i mocowań – ćwiczenia leksykalne. Opis problemów technicznych: problemy techniczne. Praca z tekstem, analiza tekstu, mówienie, czytanie, słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. • Rysunek techniczny – rodzaje i definicje. Rozumienie ze słuchu – analiza tekstu. Słownictwo opisujące wymiary i tolerancje. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne. • Etapy i procedury projektu. Słuchanie ze zrozumieniem: zarządzanie projektem. Czytanie ze zrozumieniem i dyskusja: rozwiązywanie problemów w projekcie budowy kompleksu narciarskiego. • Rodzaje problemów technicznych – przedstawianie i wyjaśnianie. Ocena i interpretacja wad urządzeń. • Awaria - opis uszkodzeń i sposoby naprawy. Studium przypadku – wyciek paliwa w samolocie Airbus A 330. • Przyczyny uszkodzeń i wad technicznych.	K_U03, K_U12
Język obcy 2	K_U03, K_U12
• Omówienie napraw i konserwacji. Ćwiczenia leksykalne. Analiza tekstu słuchanego i czytanego. • Omówienie wymogów technicznych. Rozumienie tekstu ze słuchu – analiza tekstu. Praca z tekstem . Przygotowanie pytań. • Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne. • Ocena wykonalności. Analiza projektu. Rozumienie tekstu ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Usprawnienia i poprawki. Przedstawianie problemów. Sugestie dotyczące usprawnień technicznych. Rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. Dyskusja. • Procedury, zachowanie ostrożności w miejscu pracy. Rozumienie ze słuchu. Praca z tekstem. Produkcja - wymiana informacji między studentami. Standardy i uregulowania prawne. Ćwiczenia leksykalne. • Instrukcje i notatki. Analiza tekstów. Czytanie ze zrozumieniem. Pisanie: notatki informacyjne, instrukcje techniczne. Rozumienie instrukcji ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Systemy automatyczne: monitoring i kontrola. Słuchanie, mówienie, ćwiczenia leksykalne. • Odczyty danych z urządzeń. Praca z tekstem, czytanie, mówienie i słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. • Teoria i praktyka. Opis testów i eksperymentów. Praca z tekstem • Przewidywania i teorie – wyrażanie opinii i uzasadnień. Faktyczne wyniki testów a oczekiwania. • Opis przyczyn i skutków. Wydajność i przydatność. Analiza przypadku – farmy wiatrowe. • Siły fizyczne – przedstawienie i analiza na podstawie przykładów.	K_U03, K_U12
Korozja metali	K_W02, K_W04, K_W09, K_U01, K_K02
• Charakterystyka procesów elektrochemicznych przebiegających na powierzchni ciał stałych • Najważniejsze mechanizmy korozji metali. • Procesy korozji metali i stopów • Metody ochrony metali przed korozją	
Krystalizacja i obróbka cieplna materiałów żarowytrzymałych	K_W04, K_W07, K_U01, K_U09, K_U10
• Podstawy krystalizacji metali i stopów • Procesy krystalizacji kierunkowej • Kształtowanie mikrostruktury odlewów z nadstopu niklu w procesach krystalizacji • Obróbka cieplna odlewów z nadstopów niklu - charakterystyka procesów przesycań i starzenia. • Kształtowanie mikrostruktury nadstopów niklu w procesach obróbki cieplnej. • Ocena doskonałości struktury materiałów żarowytrzymałych po obróbce cieplnej.	
Kształtowanie mikrostruktury i właściwości materiałów	K_W04, K_W05, K_W08, K_U01
• Wprowadzenie. Charakterystyka podstawowych grup materiałów inżynierskich • Zależność mikrostruktury i właściwości stopów metali od składu chemicznego oraz warunków prowadzenia procesu krystalizacji • Metody kształtowania mikrostruktury materiałów inżynierskich(odlewnictwo, przeróbka plastyczna, technologia spieków i techniki specjalne - stosowane głównie w produkcji kompozytów). • Kształtowanie składu fazowego i właściwości stopów metali w procesach obróbki cieplnej • Kształtowanie mikrostruktury i właściwości materiałów metalicznych w procesach obróbki plastycznej i cieplno-chemicznej. • Kształtowanie mikrostruktury i właściwości materiałów inżynierskich w procesach obróbki cieplno-chemicznej. • Wprowadzenie do modułu. • Badania wpływu składu chemicznego oraz warunków prowadzenia procesu krystalizacji na mikrostrukturę (skład fazowy) i właściwości wybranych stopów metali. • Wady odlewnicze – rodzaje, mechanizmy i przyczyny powstawania oraz metody zapobiegania ich powstawaniu. • Kształtowanie mikrostruktury i właściwości wybranych materiałów metalicznych w procesach obróbki cieplnej - procesy wyżarzania, hartowanie, odpuszczanie, umacnianie wydzieleniowe • Kształtowanie mikrostruktury i właściwości materiałów metalicznych w procesach obróbki plastycznej. Procesy odnowy mikrostruktury odkształconych plastycznie stopów metali -zgniot i rekrytalizacja, zdrowienie, rekrytalizacja dynamiczna • Kształtowanie właściwości materiałów metalicznych w procesach obróbki cieplno - chemicznej. • Zaliczenie modułu.	
Materiały w produkcji zielonej energii	K_W02, K_W04, K_W10, K_U01, K_U02, K_U04, K_K01, K_K02, K_K03
• Charakterystyka metod wytwarzania energii i ich oddziaływanie na środowisko naturalne • Energia wodna - materiały w konstrukcji turbin wodnych • Instalacje odzyskujące energię z fal i pływów morskich • Energia wiatrowa - materiały w konstrukcji turbin wiatrowej • Energia słoneczna - materiały w konstrukcji paneli fotowoltaicznych • Wodór jako alternatywne źródło energii • Energetyka termojądrowa - zimna fuzja jądrowa • Ogniwa paliwowe • "Zielona" energia w środkach transportu • Idealnie "czyste" źródło energii - czy to możliwe? • Badania odporności na korozję materiałów stosowanych na turbiny wodne • Badania właściwości mechanicznych materiałów stosowanych na łopaty wiatraków energetycznych • Badania właściwości fizycznych ogniw fotowoltaicznych • Sporządzanie charakterystyki materiałów do magazynowania energii elektrycznej - sprawność baterii • Badania właściwości fizycznych materiałów do magazynowania wodoru • Badania właściwości chemicznych i fizycznych biopaliw	
Metody badań materiałów	K_W02, K_W04, K_W06, K_U09, K_U11
• Próba zmęczenia niskocyklowego – metodyka badań i analiza wyników próby. Wyznaczanie stałych równań Mansona-Coffina-Basquina oraz Ramberga-Osgooda • Próba zmęczenia wysokocyklowego – metodyka badań i analiza wyników próby, wyznaczenie wytrzymałości zmęczeniowej, opracowanie wykresów zmęczeniowych dla zakresu dużej liczby cykli • Próba zmęczenia wysokocyklowego – określenie szybkości propagacji pęknięcia zmęczeniowego • Próba pełzania i relaksacji – metodyka badań, metody określenia wielkości charakteryzujących właściwości stopu w warunkach pełzania (parametr Sherby'ego-Dorna, Larsona-Millera) • Próby pełzania-zmęczenia – sposoby charakteryzacji właściwości materiału w warunkach sprzężenia efektów pełzania i zmęczenia. • Próba odporności na pęknięcie - metodyka badań, wielkości opisujące odporność materiału na pęknięcie i sposób ich wyznaczania (K _{IC} , J _{IC} , CTOD, krzywa R) • Próba odporności na pęknięcie wspomaganie oddziaływaniem środowiska (naprężeniowe pęknięcie korozyjne, naprężeniowe pęknięcie siarczkowe, kruchość wodorowa, kruchość wywołana kontaktem z ciekłym metalem)	
Metody badań warstw i powłok ochronnych	K_W04, K_W06, K_W09, K_U01, K_U09
• Metody badań grubości warstw i powłok. • Metody określenia przyczepności warstw i powłok. • Metody analizy składu fazowego warstw i powłok. • Metody badań naprężeń własnych warstw i powłok. • Metody analizy składu chemicznego warstw i powłok. • Zaawansowane metody badań struktury geometrycznej warstw i powłok. • Metody badań defektoskopowych nieniszczących warstw i powłok. • Określenie grubości warstw i powłok. • Określenie przyczepności warstw i powłok. • Określenie składu fazowego warstw i powłok. • Wyznaczanie naprężeń własnych w powłokach. • Wyznaczanie wielkości ziaren materiału powłoki. • Określenie odporności erozyjnej warstw i powłok. • Analiza składu chemicznego warstw i powłok.	
Nanotechnologie i nanomateriały	K_W04, K_W08, K_U01, K_U08, K_U10, K_U11, K_K05
• Struktura i właściwości nanomateriałów • Metody wytwarzania nanometali • Metody wytwarzania i właściwości nanoprośzków • Technologia i właściwości nanokompozytów • Właściwości nanomateriałów - chakteryzacja • Nanometale-wytwarzanie i właściwości • Nanokompozyty- wytwarzanie i właściwości • Nanoproszki - wytwarzanie i właściwości	
Odształcanie i pęknięcie	K_W03, K_U01

<ul style="list-style-type: none"> • Omówienie karty przedmiotu oraz zasad zaliczania modułu. Wiadomości wstępne. Wybrane zagadnienia z mechaniki materiałów. Definicja naprężenia. Naprężenie normalne i styczne. Miara odkształcenia. Odkształcenie liniowe i postaciowe. Siły wewnętrzne. • Wykresy rozciągania i ściskania. Zmiana wymiarów poprzecznych. Efekt Baushingera. Zjawisko Gerstnera. • Analiza naprężeń w prostych stanach obciążenia: rozciąganie, skręcanie i zginanie. Projektowanie konstrukcji nośnych • Analiza naprężeń i odkształceń termo-mechanicznych łopatki turbiny silnika lotniczego. • Wstępne wiadomości oraz założenia stosowane w mechanice pęknięcia. Rodzaje pęknięć oraz klasyfikacja rodzajów pęknięcia • Liniowo-sprężysta mechanika pęknięcia. Rozkład naprężeń wokół wierzchołka pęknięcia. Pojęcie współczynnika intensywności naprężeń (WIN). Sposoby obliczeń WIN dla struktur ze szczelinami. • Sprężysto-plastyczna mechanika pęknięcia. Zmodyfikowany rozkład naprężeń wokół wierzchołka pęknięcia z uwzględnieniem własności plastycznych materiału. Rozkład odkształceń plastycznych wokół wierzchołka pęknięcia. • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu treści realizowanych na wykładzie • Wydanie tematu projektu pt. Analiza naprężeń i odkształceń turbiny silnika lotniczego. Wymiarowanie łopatek silników lotniczych. Analiza uszkodzeń eksploatacyjnych komponentów samolotów i silników lotniczych - studium przypadku. • Analiza uszkodzeń eksploatacyjnych komponentów samolotów i silników tłokowych- studium przypadku • Praktyczne sposoby obliczeń naprężeń i odkształceń oraz trwałości zmęczeniowej elementów konstrukcyjnych za pomocą MES. Analiza wybranych podzespołów. • Numeryczne określenie współczynnika intensywności naprężeń (WIN) za pomocą metody elementów brzegowych oraz metodą elementów skończonych. Sposoby modelowania szczelin za pomocą Metody Elementów Skończonych (MES) oraz Metody Elementów Brzegowych (MEB). Osobliwość naprężeń na wierzchołku szczeliny. • Podstawowe wiadomości z analizy drgań. Eksperymentalna oraz numeryczna analiza modalna. Badania trwałości zmęczeniowej elementów poddanych działaniu drgań mechanicznych. • Pisemne zaliczenie wiedzy z zakresu zajęć ćwiczeniowych z przedmiotu "Odkształcanie i pęknięcie" 	
Organizacja systemów produkcji	K_W06, K_U02, K_U07, K_U08, K_U10, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • System organizacyjny: hierarchia i podział władzy, rozdział zadań i obowiązków, system informacji i komunikacji • Rodzaje struktur produkcyjnych • Procesy produkcyjne w inżynierii materiałowej, elementy składowe, klasyfikacje, typy produkcji, cykl produkcyjny • Formy organizacji produkcji • Zarządzanie potencjałem społecznym w organizacji produkcji • Rozmieszczenie stanowisk produkcyjnych i elastyczne systemy produkcyjne • System zarządzania zgodny z wymaganiami jednostek akredytujących (polskich i międzynarodowych) • Opracowanie przykładowych schematów organizacyjnych • Opracowanie przykładowych procesów produkcyjnych • Opracowanie elementów systemu jakości zgodnego z normą 17025 • Opracowanie elementów systemu zarządzania zgodnego z wymaganiami międzynarodowymi • Audyt, przygotowanie do audytu, analiza niezgodności, ustalenie przyczyn źródłowych niezgodności i propozycje działań korygujących • Zarządzanie ryzykiem w organizacji produkcji 	
Planowanie eksperymentu i analiza wyników	K_W01, K_U01, K_U06, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia stosowane w planowaniu doświadczeń. Rozkłady zmiennej losowej. • Statystyki opisowe i parametry populacji. Centralne twierdzenie graniczne. Estymacja przedziałowa wartości średniej. • Testowanie hipotez statystycznych. • Analiza wariacji. • Analiza korelacji. • Analiza regresji. • Zasady planowania eksperymentów. Klasyfikacja planów eksperymentu i ogólna charakterystyka wybranych planów. • Istota prowadzenia badań doświadczalnych. Obiekt badań, czynniki wpływające na obiekt badań. • Przygotowanie danych do pracy w środowisku obliczeniowym zorientowanym na obliczenia statystyczne. • Korzystanie z rozkładu Z i rozkładu t-Studenta. Obliczanie przedziału ufności dla wartości średniej. • Analiza danych na podstawie statystyk opisowych. • Graficzne przedstawianie danych. • Testy dla średnich dla 1 lub 2 grup: wyznaczanie statystyk, korzystanie z tablic statystycznych. • Wyznaczanie mocy testu dla średnich. Wybór liczności próby i poziomu istotności. • Porównywanie dwóch grup i 1 grupy do populacji. • Przeprowadzanie jednoczynnikowej i wieloczynnikowej analiza wariacji i ich nieparametrycznych odpowiedników. Przeprowadzanie testów post-hoc. • Przeprowadzanie analizy korelacji. • Przeprowadzanie analizy regresji jednoczynnikowej i wieloczynnikowej. Ocena jakości opracowanych modeli regresji. • Generowanie wybranych planów eksperymentu. • Zajęcia podsumowujące. 	
Praca dyplomowa	K_W04, K_U01, K_U03, K_U04, K_K01, K_K06, K_K07
<ul style="list-style-type: none"> • Plan pracy, analiza literatury, prowadzenie badań i analiz, wyciąganie wniosków, redagowanie pracy, obrona. 	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U05, K_K01, K_K06, K_K07
<ul style="list-style-type: none"> • Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura pracy, podział treści na rozdziały i podrozdziały. • Przedstawienie zasad tworzenia części teoretycznej i praktycznej pracy. • Przedstawienie zasad przygotowania prezentacji multimedialnej przedstawiającej treści związane z realizacją pracy. Zaprezentowanie w sposób atrakcyjny - w formie obrazów, tabel i wykresów - uzyskanych wyników badań oraz ich analizę i wnioski. • Prezentacje wyników badań zrealizowanych w ramach prac magisterskich. 	
Symulacja procesów technologicznych	K_W01, K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_U05, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wybrane zagadnienia z przepływu ciepła i krystalizacji odlewów. Metody numerycznego rozwiązywania problemów początkowo-brzegowych i brzegowych. Metoda elementów i różnic skończonych. • Warunki brzegowe i początkowe oraz współczynniki ciepłno-fizyczne materiałów • Modelowanie i symulacja procesów odlewniczych z użyciem oprogramowania ProCAST. • Modelowanie i symulacja kształtowania mikrostruktury dendrytycznej i wzrostu ziarn w odlewach • Modelowanie i symulacja procesu nawęglania stali • Modelowanie i analiza parametrów termodynamicznych stopów 	
Technologia form i rdzeni odlewniczych	K_W04, K_W07, K_U01, K_U09, K_U10
<ul style="list-style-type: none"> • Rodzaje i metody wykonania form i rdzeni odlewniczych • Materiały na rdzenie i masy formierskie. • Projektowanie technologii odlewów, form i rdzeni • Projektowanie technologii odlewów stalowych, żeliwnych i z metali nieżelaznych • Automatyzacja wykonania form i odlewów • Charakterystyka materiałów na formy i rdzenie odlewnicze w metodzie wytopianych modeli • Projektowanie technologii odlewów precyzyjnych i form ceramicznych • Badanie parametrów cieplnych i właściwości fizycznych form i rdzeni ceramicznych • Badanie właściwości mechanicznych form i rdzeni ceramicznych 	
Technologia kompozytów	K_W01, K_W04, K_U01, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> • Metody wytwarzania włókien zbrojących. • Polimery stosowane do wytwarzania kompozytów. • Metody wytwarzania kompozytów o osnowie polimerowej. • Technologia materiałów próżniowych, z rdzeniem o małej gęstości. • Technologia laminatów polimerowych i metaliczno-włóknistych. • Technologia kompozytów o osnowie metalicznej. Metalurgia proszków, metody odlewnicze, wytwarzanie kompozytów o strukturze infiltrowanej ciekłym metalem. • Metody wytwarzania kompozytów o osnowie ceramicznej. • Przyrostowe metody wytwarzania elementów kompozytowych. Szybkie prototypowanie konstrukcji kompozytowych na przykładzie części maszyn • Obróbka, łączenie i naprawa materiałów kompozytowych. • Badania nieniszczące i ocena jakości kompozytów. • Projekt procesu technologicznego laminatu o osnowie polimerowej o określonych makroskopowych właściwościach mechanicznych. • Projekt procesu technologicznego kompozytu o osnowie metalicznej zbrojonego cząstkami przeznaczonych na element konstrukcji płatowca samolotu komunikacyjnego. • Projekt procesu technologicznego kompozytu o osnowie ceramicznej przeznaczonych na element części gorącej silnika turbinowego. 	
Technologie kształtowania właściwości materiałów	K_W04, K_W08, K_U01, K_U08, K_U10, K_U11, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Nowoczesne technologie topienia, przetapiania i rafinacji stopów żelaza i metali nieżelaznych • Technologia tytanu i jego stopów • Wytwarzanie materiałów metalicznych z udziałem faz międzymetalicznych • Wytwarzanie materiałów inżynierskich metodami przyrostowymi • Topienie, przetapianie i rafinacja stopów żelaza i metali nieżelaznych • Wytwarzanie tytanu i jego stopów • Przyrostowe technologie wytwarzania - additive manufacturing • Wytwarzanie materiałów z udziałem faz międzymetalicznych z układu Ti-Al, Ni-Al, Fe-Al 	
Technologie materiałów lotniczych	K_W01, K_W05, K_W07, K_U04, K_U06, K_U07, K_K01, K_K04

<ul style="list-style-type: none"> • Wymagania stawiane lotniczemu materiałom konstrukcyjnym • Analiza wypadku lotniczego w kontekście prawidłowego doboru technologii wytwarzania materiałów przeznaczonych do zastosowania w lotnictwie. Konsekwencje zastosowania wadliwych materiałów i technologii wytwarzania części i podzespołów w lotnictwie • Opracowanie ekspertyz materiałów, analiza problemów wynikających z wytwarzania części pracujących w ekstremalnie trudnych warunkach. Analiza działań podejmowanych przez dostawców i odbiorców w przypadku konieczności wdrożenia działań naprawczych. • Stabilność właściwości mechanicznych i fizycznych materiałów stosowanych w lotnictwie. Zarowyttrzymałość i żaroodporność metali i stopów metali. • Analiza procesu pełzania, relaksacji naprężeń, zmęczenia cieplnego, korozji wysokotemperaturowej w środowisku gazów spalinowych, utleniania materiałów • Metody podwyższania temperatury pracy i odporności na działanie silnie korozyjnego środowiska gazów spalinowych łopatek turbiny. Zastosowanie warstw dyfuzyjnych i powłokowych barier cieplnych wytwarzanych metodami CVD, PSPVD, APS, HVOF i EB-PVD w celu uzyskania większej wydajności pracy silnika • Wynikająca z zastosowania materiałów ceramicznych jako izolacja cieplna elementów wykonanych ze stopów metali. • Technologie stosowane w przemyśle lotniczym poprzez prezentację technologii, pracy urządzeń przemysłowych, które są stosowane w przemyśle lotniczym (Urządzenia pracują w Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego) • Technologie materiałów stosowanych w procesach wytwarzania części i podzespołów lotniczych. Technologie próżniowe – odlewanie w próżni, obróbka cieplna w próżni, wytwarzanie powłokowych barier cieplnych w próżni, nawęglanie w warunkach obniżonego ciśnienia. • Problemy i wpływ braku możliwości zastosowania wymaganych parametrów procesowych podczas wytwarzania podzespołów przeznaczonych do pracy w warunkach wysokiej temperatury i korozyjnego środowiska gazów spalinowych • Stabilność właściwości mechanicznych i fizycznych materiałów stosowanych w lotnictwie. Analiza wpływu technologii precyzyjnego wytwarzania części lotniczych w procesie krystalizacji kierunkowej, monokrystalizacji na zmiany właściwości mechanicznych w trakcie ich eksploatacji. • Wpływ cyklicznych zmian temperatury i naprężeń (start i lądowanie samolotu) na parametry pracy podzespołów konstrukcji lotniczych. Wady wynikające z nieprawidłowej realizacji procesu, metody ich detekcji, zatwierdzania metod ich usuwania. Walidacja technologii wytwarzania podzespołów lotniczych • Technologie przyrostowe w lotnictwie (Additive Manufacturing). Podział metod wytwarzania przyrostowego elementów z materiałami metalicznymi. Wady i zalety technologii przyrostowych. Wpływ parametrów procesów AM na jakość i możliwości wytwarzania części lotniczych. Analiza wad i wpływ na właściwości wyrobów wytworzonych metodami AM • Modyfikacje i wdrażanie nowych rozwiązań do obecnie stosowanych w lotnictwie technologii materiałowych na przykładzie zastosowania plazmy wytwarzanej za pomocą katody wnetkowanej w procesie osadzania warstw na łopatkach turbiny metodą fizycznego odparowania materiału ceramicznego z użyciem wiązki elektronów. • Zastosowanie nowych materiałów na części wirujące w silniku lotniczym 	<p>K_W01, K_W04, K_U01, K_U02, K_U11, K_K01, K_K03</p>
<p>Technologie przyrostowe</p>	<p>K_W01, K_W04, K_U01, K_U02, K_U11, K_K01, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Charakterystyka ogólna technologii przyrostowych • Technologie przyrostowe stosowane do wytwarzania materiałów polimerowych. Charakterystyka metod wytwarzania przyrostowego, materiałów do wytwarzania przyrostowego. Zasady projektowania elementów. Właściwości elementów wytwarzanych przyrostowo i metody ich badań. Obróbka wykończeniowa elementów wytworzonych przyrostowo. • Technologie przyrostowe stosowane do wytwarzania materiałów metalicznych. Charakterystyka najważniejszych metod wytwarzania przyrostowego materiałów metalicznych wykorzystujących skoncentrowane źródła ciepła. Warunki technologiczne wytwarzania przyrostowego materiałów metalicznych. Krystalizacja w procesach wytwarzania przyrostowego. Mikrostruktura, właściwości i jakość elementów wytwarzanych przyrostowo ich badania i ocena. Obróbka wykończeniowa elementów wytworzonych przyrostowo. 	<p>K_W02, K_W03, K_U01</p>
<p>Termodynamika przemian fazowych</p>	<p>K_W02, K_W03, K_U01</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Najważniejsze definicje i idee termodynamiki, w tym: układ i rodzaje układów, otoczenie, stan układu, funkcje i parametry stanu (podział pomiędzy wielkości ekstensywne i intensywne), czynnik termodynamiczny, równowaga, proces termodynamiczny (stacjonarny i niestacjonarny, odwracalny i nieodwracalny, samorzutny i niesamorzutny). • Warunek równowagi faz. Wyznaczanie współczynnika aktywności na podstawie wykresów równowagi fazowej. • Energia wewnętrzna i I zasada termodynamiki. • Sposoby wymiany energii: praca objętościowa, transport ciepła (przewodzenie, promieniowanie, konwekcja). • Energia wewnętrzna jako funkcja stanu. Różniczką zupełną. • Energia wewnętrzna i ciepło właściwe gazów doskonałych. • I zasada termodynamiki dla układu izolowanego, zamkniętego i otwartego. • Stacjonarny transport masy. • Entalpia, Entropia, II zasada termodynamiki. Bilans entropii w układach zamkniętych i otwartych. • Rozwiązywanie problemów i pogłębianie wiedzy na podstawie przykładów w zakresie: Kinetyczna teoria gazów, temperatura i ciśnienie. • Wyznaczanie współczynnika aktywności na podstawie wykresów równowagi fazowej • Przemiany gazów doskonałych: adiabaticzna, izobaryczna, izotermiczna, izochoryczna i politropowa – obliczenia pracy, ciepła, zmiany energii wewnętrznej i entalpii. • Entalpia i entropia gazu doskonałego, pary wodnej. Zmiana entalpii i entropii w przemianach termodynamicznych. • Druga zasada termodynamiki. 	<p>K_W04, K_W06, K_W07, K_U01, K_U09</p>
<p>Zaawansowane metody badań ceramicznych materiałów do wytwarzania form odlewniczych</p>	<p>K_W04, K_W06, K_W07, K_U01, K_U09</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Metody badawcze a struktura materii • Metody doświadczalne dyfrakcji rentgenowskiej, Rentgenowska analiza fazowa • Absorpcyjna spektroskopia w podczerwieni. Spektroskopia efektu Ramana • Analiza termiczna w badaniu materiałów ceramicznych • Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) • Transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM) • Mikroskopia elektronowa – metody analityczne (EDX, WDS) • Mikroskopia sił atomowych (AFM) • Prezentacja wszystkich pracowni i zapoznanie z przepisami BHP • Dyfrakcja rentgenowska – przygotowanie próbek i zapoznanie z wykorzystywanym oprogramowaniem • Rentgenowska Analiza Fazowa Jakościowa • Rentgenowska Analiza Fazowa Ilościowa • Obliczenia strukturalne: wielkość krystalitów i parametry komórki elementarnej • Budowa i działanie spektrometrów IR i Ramana • Metody i techniki pomiarowe spektroskopii oscylacyjnej • Preparatyka próbek w spektroskopii i rejestracja widm • Interpretacja i analiza widm oscylacyjnych • Możliwości pomiarowe zestawu do badań termofizycznych materiałów ceramicznych. Wyznaczanie podstawowych parametrów termodynamicznych wybranego materiału • Wyznaczanie przewodnictwa cieplnego wybranych materiałów • Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) i transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM) – możliwości badawcze • Mikroskopia elektronowa – zastosowanie metod analitycznych (EDX, WDS) • Mikroskopia sił atomowych (AFM) – badanie topografii powierzchni wybranych materiałów • Zajemcia zaliczeniowe 	<p>K_W04, K_W06, K_U01, K_U09</p>
<p>Zaawansowane metody oceny doskonałości struktury i mikrostruktury odlewów</p>	<p>K_W04, K_W06, K_U01, K_U09</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Charakterystyka nadstopów stosowanych na odlewy monokrystaliczne • Metody i urządzenia do wytwarzania odlewów monokrystalicznych • Określanie orientacji krystalicznej monokryształów (metoda Lauego, topografia rentgenowska, mikroskopia elektronowa) • Określanie orientacji krystalicznej mikroobszarów • Badanie właściwości fizycznych i mechanicznych nadstopów niklu i kobaltu • Wpływ parametrów wytwarzania na mikrostrukturę dendrytyczną odlewów monokrystalicznych • Określanie orientacji krystalicznej odlewów monokrystalicznych metodami rentgenowskimi. • Określanie orientacji mikroobszarów metodą Aulaytnera 	<p>K_W03, K_W04, K_W09, K_U01, K_U08, K_U10, K_K05</p>
<p>Zaawansowane technologie warstw i powłok ochronnych 1</p>	<p>K_W03, K_W04, K_W09, K_U01, K_U08, K_U10, K_K05</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Wytwarzanie warstw żaroodpornych metodą CVD. • Określenie wpływu parametrów procesu na mikrostrukturę warstw aluminiokowych metodą CVD. • Technologia azotowania wspomaganego jarzeniowego. • Technologia laserowa w inżynierii powierzchni. • Wytwarzanie warstw ochronnych metodami PVD. • Wytwarzanie warstw polimerowych hydrofobowych i hydrofilowych. • Podstawy natryskiwania metodą "Cold Spray". • Wytwarzanie warstw twardych na narzędzia skrawające metodami CVD • Zaawansowana technologia azotowania wspomaganego jarzeniowego. • Wytwarzanie powłok twardych metodami PVD. • Wytwarzanie powłok metodą gazodynamiczną "Cold Spray". • Wytwarzanie warstw i powłok metodami laserowymi. • Wytwarzanie warstw polimerowych do zastosowań biomedycznych. 	<p>K_W04, K_W09, K_U01, K_U08, K_U10, K_U11, K_K05</p>
<p>Zaawansowane technologie warstw i powłok ochronnych 2</p>	<p>K_W04, K_W09, K_U01, K_U08, K_U10, K_U11, K_K05</p>

• Istota procesów natryskiwania cieplnego • Podział i charakterystyka natryskiwania cieplnego • Natryskiwanie płomieniowe • Natryskiwanie naddźwiękowe HVOF • natryskiwanie łukowe • Natryskiwanie plazmowe APS • Natryskiwanie plazmowe w warunkach obniżonego ciśnienia i metoda PS-PVD • Natryskiwanie kinetyczne - Cold Spray • Budowa systemu do natryskiwania cieplnego, montaż/demontaż palnika plazmowego • Istota procesów natryskiwania cieplnego, budowa palników do natryskiwania cieplnego • Natryskiwanie płomieniowe z proszku i drutu • Natryskiwanie naddźwiękowe z użyciem paliwa gazowego • Natryskiwanie naddźwiękowe HP/HVOF i eGun • Natryskiwanie plazmowe - APS • Natryskiwanie cieplne w motoryzacji • Natryskiwanie cieplne w lotnictwie • Systemy do natryskiwania cieplnego • Materiały do natryskiwania cieplnego • Badania mikrostruktury warstw natrykiwanych cieplnie • Modelowanie procesu natryskiwania cieplnego

Zarządzanie projektami inżynierskimi i badawczo-rozwojowymi | K_W01, K_W06, K_W10, K_W11, K_K06

• Wprowadzenie do zarządzania projektami. • Zarządzanie projektami w organizacjach. • Kierownik i członkowie zespołu projektowego. Zespół projektowy i jego struktura. • Zarządzanie ryzykiem w projekcie. Zarządzanie jakością w projekcie. • Harmonogram projektu. Budżet projektu. • Zasoby ludzkie i materialne w projekcie. • Kontrola realizacji projektu. Planowanie i kontrola dużych projektów. • Zarządzanie czasem w projekcie. Analiza decyzyjna. Negocjacje projektowe. • Metody heurystyczne. Informatyczne wspomaganie zarządzania projektami. • Ocena efektywności projektów. • Zarządzanie projektami przemysłowymi. • Metodyka zarządzania PRINCE2 • International Project Management